Beiträge zur morphologischen und biologischen Charakteristik von Mucor-Arten.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Königl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt am 12. Dezember 1914

von

Werner Giesebrecht

Apotheker

aus

Stettin.

Würzburg
Buchdruckerei Franz Staudenraus
1915.

Referent: **Geheimer Hofrat Prof. Dr. Gregor Kraus.**

Meinem Herzensmütterchen!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549815_0100

A. Allgemeiner Teil.

I. Einleitung.

Im Anschluss an eine Arbeit über die der Gattung Penicillium angehörenden Schimmelpilze, die unter Anleitung von Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann im hygienischen Institut hiesiger Universität angefertigt wurde, hielt es Herr Prof. Lehmann, den ich um ein für eine Dissertation geeignetes Thema bat, für eine keineswegs undankbare Aufgabe sich mit dem Studium der Mucoraceen-Flora eingehender zu beschäftigen.

Zu diesem Zwecke sollte meine erste Aufgabe darin bestehen in Würzburg und Umgegend möglichst viele Mucor-Arten durch Auslegen von sauren Agarnährböden zu sammeln, zu isolieren, zu bestimmen und darauf ihr morphologisches und biologisches Verhalten zu kennzeichnen. Trotzdem ich nun diese Arbeit keineswegs nur auf Würzburg und Umgegend beschränkte, sondern sie in den Ferien auch auf meine Heimat Stettin und Umgegend ausdehnte, zeitigte die aufgewandte Mühe nur das immerhin bemerkenswerte Ergebnis, dass die Mucor-Flora in genannter Gegend d. h. Unterfranken und Pommern eine äusserst spärliche ist. Ich fand nämlich nur Mucor Mucedo und Rhizopus nigricans; von sonstigen „Schimmelpilzen“ nur Penicillium glaucum.

Als ich von dieser meiner Ausbeute Herrn Prof. Lehmann Mitteilung machte, wollte er das Ergebnis garnicht für möglich halten und war der Überzeugung, dass von mir hinsichtlich der Auswahl der Nährböden und Örtlichkeiten ein Fehler gemacht worden sei. Um es nochmals

nachzuprüfen, wurden als geeignet bezeichnete Nährböden d. h. zerschnittene Früchte, wie Zitronen, Orangen, Äpfel, Birnen, Bananen, Pflaumen, und angefeuchtete Brotstücke an allen nur denkbaren Orten aufgestellt und nach einigen Stunden zu Kulturzwecken in eine sterile Petrischale gelegt. Als geeignete Örtlichkeiten kamen dabei in Betracht: Der Botanische Garten mit seinen Treib- und Gewächshäusern, Nahrungsmittelkeller, Ställe, Holzkeller, Scheunen, alte nicht mehr benutzte Gebäude, faulende Bäume und dergl. mehr. Ausserdem wurden Exkremente vom Pferd unter einer Glasglocke kultiviert. Aber auch jetzt war das Ergebnis das gleiche. Es fand sich, obwohl ich mindestens 100 Schimmelkulturen kulturell untersuchte, nur Mucor Mucedo und Rhizopus nigricans, so dass daraus wohl vorläufig der Schluss gezogen werden muss, dass die Mucor-Flora von Würzburg und Umgegend auf genannte beide Arten beschränkt ist.

Für nachfolgende Arbeit standen mir ausser Mucor Mucedo noch zur Verfügung: Mucor hiemalis, Mucor piriformis, Mucor racemosus, Mucor heterogamus, Mucor Rouxii, Mucor javanicus und Mucor plumbeus. Genannte Arten verdanke ich der Liebenswürdigkeit von Hern Prof. Dr. W e h m e r in Hannover, der sie mir in Reinkultur zur Verfügung stellte.

Meine Aufgabe ging nun dahin durch Züchtung auf den verschiedensten Nährböden morphologische und biologische charakteristische Merkmale für die Unterscheidung der genannten Arten in womöglich grösserem Umfang, als es bisher geschehen, zu finden.

II. Technische Vorbemerkungen.

Um mich in den nachfolgenden Ausführungen kürzer fassen zu können, habe ich an dieser Stelle Bemerkungen rein technischer Natur vereinigt.

Sämtliche Nährböden, die zur Verwendung kamen, waren steril. Angewandt wurden sowohl feste als auch flüssige Nährböden.

1. feste Nährböden: Gedämpfter Reis, Kartoffelscheiben; ferner Pflaumendekokt, Bierwürze, Heuinfus, Traubenmost und Quittenschleim mit 2% Agarzusatz. Ausserdem gewöhnlicher Nähragar und Nährgelatine. Diese Nährböden wurden durch Normalnatronlauge neutralisiert, wobei Phenolphthalein als Indikator benutzt wurde.

   Es gelangten ausserdem neben sauren Gelatinenährböden auch neutrale und saure Zuckergelatinenährböden zur Verwendung. Zur Herstellung der sauren Gelatinenährböden wurden dem neutralen Nährboden abgemessene Mengen Normalweinsäure zugesetzt. So verstehe ich z. B. unter einem 5% sauren Gelatinenährboden einen Nährboden mit 5 ccm Normalweinsäurezusatz auf 100 ccm neutralen Nährboden. Meine neutrale Zuckergelatine enthält 5% Traubenzucker.

   Von den sauren Gelatinenährböden mit Zuckerzusatz wurden angewandt: ein 1% saurer Nährboden mit 10% und 30% Traubenzuckerzusatz und ein 5% saurer Nährboden mit 10% und 30% Traubenzuckerzusatz.

   Ausserdem benutzte ich einen vorher neutralisierten Gelatinenährboden mit $^1/_4$% und $^1/_2$% Zusatz von $CuSO_4 + 5H_2O$ und einen solchen, dem 1 ccm Normaloxalsäure auf 100 ccm neutralen Nährboden zugesetzt war.

2. flüssige Nährböden: Bierwürze und eine Nährsalzlösung mit 10% Zuckerzusatz. Als Zuckerarten wurden sowohl Traubenzucker als auch Rohrzucker und Milchzucker verwandt. Die Nährsalzlösung hatte folgende Zusammensetzung: Pepton 0,1 Ammonnitrat 0,1 Kaliumphosphat 0,1 Magnesiumsulfat 0,1 Aqua destillata 100.

Um einen möglichst gleichmässigen Sporangienrasen zu erhalten, wandte ich mit gutem Erfolg ein von Stoll[1])

[1]) Stoll, Beiträge zur morphologischen und biologischen Charakteristik von Penicillium-Arten. Inaug. Diss. Würzburg 1905.

beschriebenes Verfahren an. Mit steriler Platinöse entnahm ich einer Kultur verschiedene Sporangienträger, übertrug dieselben in ein steriles mit 5 ccm sterilem Wasser gefülltes Röhrchen und schüttelte tüchtig durcheinander. Mit diesem Impfmaterial erzielte ich beim Bestreichen der Platten einen ziemlich gleichmässigen Sporangienrasen. Sämtliche Kulturen waren Reinkulturen.

Um eine Gleichmässigkeit in der Beschreibung der mir zur Verfügung stehenden Arten hinsichtlich ihres kulturellen Verhaltens zu geben, wurden die Kulturen, die der Beobachtung des Sporangienrasens dienten, acht Tage bei 22° gehalten.

Ebenso fand die Beobachtung des Gelatineverflüssigungsvermögens bei 22° statt, wobei streng darauf geachtet wurde, dass Konzentration, Zusätze und Reaktion der Nährböden die gleichen waren. Die Ergebnisse dieser Beobachtung werden am Schlusse der Arbeit in einer Tabelle vereinigt werden.

III. Uebersicht über die Literatur der Gattung Mucor.

Bevor ich nun mit der Beschreibung der einzelnen Arten beginne, will ich in kurzen Zügen neben einer historischen Übersicht die allgemeinen Merkmale der Gattung „Mucor," wie sie jetzt festgelegt sind, geben.

Wie aus Zimmermann: „das Genus Mucor"[1]) zu entnehmen ist, wurde „eine unzweifelhaft zu Mucor gehörige Spezies schon in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts von Malpighi beschrieben und abgebildet." Aus der Beschreibung und der Abbildung, die genannter Autor in seinem Werk: „De plantis, quae in aliis vegetant" giebt, kann man wohl mit Sicherheit auf die Beobachtung des Mucor stolonifer (jetz Rhizopus nigricans) schliessen. Es heisst nämlich an der betreffenden Stelle: „Inter plantas, quae in aliis interdum insunt, Mucedo occurit, cuius natura adeo obscura est ob sui exiguitatem, et rudibus meis opticis instrumentis observavi in diversis rebus, Mucorem

[1]) Zimmermann, „Das Genus Mecor." Inaug. Diss. Jena 1871, S. 4.

contrahentibus exponam. In secundario caseo post plures dies exterior superficies tota quasi ingens sylva plantulis cooperitur: hae minimae sunt, et candidae, inter quas primo eminent fungi, longo assurgentes pediculo, qui quasi tot nodis, vel saltem orbiculis componi videtur. Horum extremitatem tenet capitulum diaphanum; deinde viride et postremo nigrum. Interseruntur minimae quoque plantulae; quarum aliae ramosae sunt, tenues et diaphanae et veluti florem emittunt, et quasi muscum pixidatis foliolis conflatum. In Cucurbitae putrescente pericarpio easdem mucedinis plantulas observavi, diu enim cucurbitae frustula in fictili vase plano servavi, quae temporis tractu innumeris Mucedinis plantis erumpentibus, obscurata sunt. Circa huiusmodi frustula corrupta et mucida non longe a superficie vasis, fungi assurgebant ab elongatis fortasse radicibus plantarum, in frustulis corrupti pericarpii vegetantium, vel a seminibus orti: huiusmodi autem plantulae elegantissimae; modo quinque interdum tres, et non raro geminae attollebantur, sub fungi forma a communi modo erumpentes. Firmabantur autem radicibus minimis horizontaliter supra vasis extimam superficiem productis; curvo pariter pediculo assurgebant et haemisphaerico capitulo terminabantur“ [1]).

Im Jahre 1729 stellte P. A. Micheli die Gattung Mucor als solche auf und kennzeichnete sie in seinem Werk: „Nova plantarum genera“ folgendermassen:

„Mucor est plantae genus rotundum, cuius nonnullae species pediculo sunt donatae, ideoque aciculae formam prae se ferunt, aliae eodem pediculo destituunt. Omnes disrumpuntur inordinate et singulatim cavitate donantur, in qua nidulantur rotunda et minutissima semina, placentae affixa, uti per microscopium luculenter apparet.“ [2])

Diese der Gattung Mucor durch Micheli gegebene sehr weite Grenze umfasst auch Pilzformen, die wir jetzt im System weit von einander stellen. Jedenfalls war er

[1]) Malpighi, De plantis, quae in aliis vegetant. Opera omnia. Londini 1686.

[2]) Micheli, Nova plantarum genera. Florentiae 1729. pag. 215.

aber der erste Forscher, der die Kolumella, die er als Plazenta bezeichnet, an der die Samen angeheftet seien, beobachtete und ihren diagnostischen Wert erkannte.

Auch durch Linné[1]) wird diese Gattung noch nicht genauer und enger umgrenzt. Ihm verdanken wir nur die Beschreibung eines wirklichen, echten Mucor, den er Mucor Mucedo nennt.

In der Folge der Zeiten haben sich noch viele namhafte Gelehrte mit dem Studium der Gattung Mucor beschäftigt, die aufzuzählen zu weit führen würde. Es sei hier auf die Dissertation von Zimmermann[2]) verwiesen, der eine genaue Übersicht über die ältere Literatur gibt.

Wesentlich gefördert wurde die Mucoraceen-Forschung erst im Jahre 1872 durch die Untersuchungen von Brefeld, der die Überzeugung hatte, dass „eine weitere und exakte Erkenntnis der Pilze von einer neuen Methode der Untersuchung ausgehe, die, ebenso einfach in ihrer Idee und Anwendung als weitgreifend in ihren Resultaten, in kurzer Frist einen solchen Umschwung aller mykologischen Kenntnisse nach sich zog, dass diese zur Zeit denen in andern Gebieten der Botanik wohl kaum nachstehen dürften. Es war der Gedanke de Bary's die Entwicklungsgeschichte der Pilze schrittweise in der Kultur der Sporen bis zum Ausgangspunkt ihrer Fruktifikationen zu verfolgen und seinen zahlreichen Untersuchungen mit entscheidendem endgültigen Erfolge liegt dieser Gedanke als leitende Idee zu Grunde. Alle weiteren entwicklungsgeschichtlichen Bestrebungungen in der Mykologie knüpfen an den vorhandenen Gedanken an, und jede neue Erforschung kann als die fortgesetzte Anwendung desselben gelten, die nach den verschiedensten Richtungen, auch bei den Mucorineen, von de Bary selbst zuerst gemacht ist.“[3])

[1]) Linné, Species plantarum ed. II. Holmiae 1762, tom. II. pag. 1655.

[2]) Zimmermann, a. a. O. S. 5 ff.

[3]) Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. Bd. I. Leipzig 1872. S. 2.

Auf Grund dieser Erkenntnis setzte Brefeld seine Untersuchungen über Schimmelpilze fort und gab eine umfassende Beschreibung des Mucor Mucedo.

Eine genauere Systematik aller bekannten Mucorineen gab im Jahre 1892 Alfred Fischer[1]), der „in das Chaos der alten Arten, wie man sie bei Saccardo[2]) zusammengestellt findet, durch Ausschaltung einer grossen Anzahl derselben Ordnung zu bringen versucht hat.“[3])

In der neueren Zeit sind eine grosse Anzahl von Abhandlungen über die Mucoraceen-Forschung, sowohl morphologischen wie biologischen Inhalts erschienen, die aufzuzählen hier zu weit führen würde. Es sei auf die Literaturangabe verwiesen, die Wehmer[4]) gibt.

An Hand der Ausführungen, die Wehmer[5]) an genannter Stelle macht, sollen jetzt hier kurz die Merkmale der Gattung Mucor geschildert werden.

Kennzeichen genannter Gattung ist ihr stets mit einem Endsporangium abschliessender, einfacher oder verzweigter Sporangiumträger; ferner die nicht aufsitzende Kolumella, die zerfliessliche oder brüchige Sporangiumwand, fehlendes Luftmycel, dornenlose Suspensoren der fast durchweg im Substrat entstehenden Zygosporen. Die nie gabelig oder wirtelig verzweigten Sporangienträger sind meistens grauweiss gefärbt.

Das Sporangium ist ausnahmslos kugelig, allenfalls schwach abgeplattet und von heller Farbe, meistens gelblich braun; die Wand ist teils durchsichtig, teils undurchsichtig. Die Oberfläche ist glatt oder mit feinen Stacheln versehen, die als Kalziumoxalat gelten. Die Wand ist leicht zerfliesslich, umhüllt die meist farblose oder schwach

[1]) A. Fischer, in Rabenhorst „Kryptogamenflora. Bd. I. Abteil. IV. Leipzig 1892.

[2]) Saccardo, Sylloge fungorum 1887. Bd. VII. IX. XI. XIV. XVI. XVII.

[3]) Wehmer: in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV. Jena 1905—1907. S. 466.

[4]) Wehmer: a. a. O. S. 504. 526.

[5]) Wehmer a. a. O. S. 460 ff.

gefärbte Kolumella und hinterlässt in vielen Fällen beim Springen unterhalb der Kolumella einen Rest, den sogenannten Basalkragen, der gewissen diagnostischen Wert besitzt.

Die Kolumella hat meistens kugelige bis ovale, auch verkehrt eiförmige Gestalt; manchmal birnförmig und cylinderisch, doch meist glatte Oberfläche. In seltenen Fällen weist sie dornartige Ausstülpungen auf.

Die Sporen sind im Sporangium zahlreich vorhanden, von abgerundeter Form, meistens länglich, seltener streng kugelig niemals eckig.

Die Membran des Mycels und des Sporangiumträgers ist meist farblos, selten gefärbt. Der Zellinhalt ist vielfach gelb bis gelbrot gefärbt, hervorgerufen durch ein an Fettropfen gebundenes Pigment.

Die Zygosporen sind gewöhnlich kugelig, dunkelbraun gefärbt und mit warziger Oberfläche versehen. Ausserdem sind sie nackt und die Suspensoren haben keine Auswüchse.

„Bei vielen Arten der Gattung Mucor — freilich nicht auf diese beschränkt — findet man endlich eigenartige unter sehr verschiedenem Namen in der Literatur gehende Gebilde zweierlei Art: Chlamydosporen und Kugelzellen, wie man letztere ohne morphologische Spekulationen und einfach den Tatsachen folgend wohl am zweckmässigsten benennt.

Chlamydosporen sind innerhalb des Thallus entstehende einzellige Organe von Sporencharakter, also Ruhestadien (Dauerorgane) mit meist derberer Wand und stark lichtbrechendem Inhalt, die unter geeigneten Keimungsbedingungen sich zu neuen Mycelien entwickeln. Sie entstehen durch Kontraktion des Plasmas innerhalb der Hyphen unter Neubildung einer besonderen, meist dicken Haut, liegen also in den entleerten Fäden vereinzelt oder auch reihenweis und ohne an eine bestimmte Form gebunden zu sein hintereinander. Innerhalb wie ausserhalb des Substrates, im Mycel wie im Sporangienträger findet man sie; sie haben also endogene meist interkalare Entstehung.

Es sind, wenn man will, normale Bildungen d. h. unter normalen Verhältnissen entstehend, was wenigstens für die Kugelzellen der Mucorineen nicht gilt.

Kugelzellen entstehen durch Zerfall der Hyphen nach vorausgegangener reichlicher Querwandbildung, also wie die Oidien bei Oidium lactis. Die einzelligen Teilstücke bleiben zunächst im Verbande oder zerfallen unter Abrundung und oft starker Volumvergrösserung; meist betrifft der Vorgang jüngere, noch wachsende Hyphen, welche damit also ihr Längenwachstum einstellen, das durch einseitig interkalares Wachstum ersetzt wird. Enstehung also durch Aufspaltung, schizogen. Ihrer Art nach sind sie aber nicht normale Bildungen, (reichliche Septenbildung bei Mucorineen ist keine normale Erscheinung) sondern sie entstehen unter irgend welchen ungünstigen Einflüssen, so z. B. bei beginnendem Sauerstoffmangel gewissermassen als etwas Pathologisches. Wie jedes Hyphenstück, so können natürlich auch die entstandenen, stets innerhalb oder am Boden der Flüssigkeit vorkommenden Kugelzellen zu neuen Fäden auswachsen, sich also wie Sporen verhalten. Notwendig ist das nicht, ihr Wachstum kann sich auf blosse Volumenvergrösserung oder einseitiges Dickenwachstum der Membran beschränken.“ [1]) Sie werden dadurch kugeligen Chlamydospuren hinsichtlich der Gestalt ähnlich, unterscheiden sich aber durch sofortiges Wiederauskeimen von ihnen. Es sind keine Ruhestadien sondern einzellige Vegetationsorgane.

Diese Kugelzellen nehmen das Aussehen von Kugelhefe an, wenn sie statt zur Bildung von Keimschläuchen zu schreiten nur eine kurze Knospe treiben. Diese Bildung ist abhängig von dem Nährboden, den Lebensbedingungen und dem Fehlen oder Vorhandensein von Luftsauerstoff. Dieser Vorgang der Knospung stellt offenbar den letzten Entwicklungsversuch dar.

[1]) Wehmer in Lafar a. a. O. S. 461 ff.

B. Besonderer Teil.

In den folgenden Einzelbeschreibungen habe ich einen gleichmässigen Gang eingeschlagen. Ich unterschied zuerst eine morphologische und biologische Untersuchung. Die morphologische Untersuchung erstreckte sich auf das mikroskopische Studium der Sporangienträger, des Sporangiums, der Kolumella, der Sporen, etwaiger Zygosporen, Chlamydosporen, Kugelzellen und Kugelhefe.

Hieran anschliessend soll eine Beschreibung der Sporangienrasen auf den Nährböden hinsichtlich ihres Wachstums und ihrer Farbe gegeben werden.

Sodann folgt das Ergebnis der biologischen Untersuchung, die sich erstreckt:

1. Auf das Wachstum nebst Temperatureinfluss und Wirkung eines Metallgiftes auf dasselbe.
2. Auf das Vermögen der Gelatineverflüssigung.
3. „ „ „ „ Stärkeverzuckerung.
4. „ „ „ „ Zuckervergärung.
5. „ „ „ „ Säurebildung.
6. Auf die Pathogenität.

Genus Mucor.

a) Sectio Monomucor.

Zu dieser Gruppe gehören Arten mit meist unverzweigtem Sporangiumträger.

I. Mucor Mucedo (Linné) Brefeld.

Literatur.

1. Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. Bd. I. daselbst Abbildung.
2. Zimmermann, Das Genus Mucor. Inaug. Diss. 1871.
3. J. Schroeter, Kryptogamenflora Schlesiens. Bd. III.

4. Alfred Fischer, Die Pilze in Rabenhorst: Kryptogamenflora Bd. I, Abteil. IV.
5. Wehmer, Mucoraceengärungen in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV. daselbst Abbildung.
6. Wehmer, Chemische Wirkungen der Mucoreen in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV.
7. Blakeslee, „Sexual Reproduktion in the Mucorineae“ in: Proc. Amer. Acad. of Arts and Sciences 1904 Bd. XI.
8. Schäffer, Beiträge zur Kenntnis der von einigen Schimmelpilzen hervorgebrachten Enzyme. Inaug. Diss. 1901.

Diese Art, die schon P. A. Micheli im Jahre 1729 beschrieben hatte, der dann Linné im Jahre 1762 seine Studien widmete, fand im Jahre 1868 in de Bary und 1872 in Brefeld zwei klassische Bearbeiter, welche Entwicklungsgeschichte und Morphologie in weitem Umfang klarstellten.

1. Morphologische Untersuchung.

Der farblose Sporangienträger ist unverzweigt, wenn auch, wie schon Brefeld[1]) beobachtete, ausnahmsweise vielleicht teratologisch eine Verzweigung des Sporangienträgers vorkommt. Während genannter Autor diese Erscheinung aber auf äussere Einflüsse oder Infektion durch Parasiten zurückführt, beobachtete Wehmer[2]) „in notorischen Reinkulturen nicht bloss einfache, sondern auch reichlich sehr kleine verzweigte Träger mit ca. 3—6 ungleich grossen Sporangien, die in ihren Details mit den grossen übereinstimmen, so dass man von einem richtigen Dimorphismus sprechen kann“. Ich konnte in meinen Kulturen einen solchen Dimorphismus nicht beobachten.

Der Sporangienträger soll nach Fischer[3]) eine Höhe bis zu 15 cm erreichen; in der Regel ist in den Kulturen eine solche von 2—3 cm zu verzeichnen.

---

[1]) Brefeld: a. a. O. S. 19. 20.
[2]) Wehmer: a. a. O. S. 472.
[3]) Fischer: a. a. O. S. 187.

Das Sporangium ist kugelig und gelblichbraun, später graubraun gefärbt. Die Membran ist in der Jugend leicht zerfliesslich und dicht mit feinen Nädelchen besetzt. Die Grösse schwankt zwischen 100—200 μ im Durchmesser. Die Sporangiumwand hinterlässt an der Unterseite der Kolumella einen kleinen Basalkragen.

Die Kolumella ist nicht aufsitzend, farblos und in der Regel von gewölbt cylindrischer Gestalt. Ihre Länge schwankt zwischen 60 μ und 120 μ, ihre Breite zwischen 40 μ und 60 μ.

Die farblosen Sporen sind langgestreckt, haben glatte Oberfläche und ziemlich gleiche Gestalt. Die Grösse schwankt beträchtlich. Nach Fischer[1]) beträgt ihre Grösse 6—12 μ lang und 3 - 6 μ breit. J. Schroeter[2]) gibt folgende Masse an: 7—11 μ lang und 4—6 μ breit. Nach Wehmer[3]) schwankt ihre Länge zwischen 12 und 18 μ und ihre Breite zwischen 6—7 μ. Als Ausnahmefall gibt er eine Sporenlänge von 24 μ an. Die Ergebnisse meiner Messungen bewegten sich in den von Wehmer angegebenen Grenzen, wenngleich ich eine Sporenlänge von 24 μ nicht feststellen konnte.

Die Bildung von Zygosporen, die bekannt und in neuerer Zeit durch die Forschungen von Blakeslee[4]) in ihrem Wesen erkannt wurde, konnte ich trotz aller angewandter Mühe in meinen Kulturen nicht erzielen. In Einsporenkulturen waren von vorn herein, da Mucor Mucedo nach Blakeslee heterothalisch ist, keine Zygosporen zu erwarten. Ich habe deshalb die verschiedensten Einsporenkulturen auf Platten nacheinander geimpft in der Hoffnung wie Blakeslee Zygosporen zu erhalten. Umsonst; obwohl ich die verschiedensten Nährböden anwandte und lange Zeit wartete. Allerdings waren alle meine Kulturen nur aerob.

[1]) Fischer, a. a. O. S. 187.
[2]) Schroeter: a. a. O. S. 204.
[3]) Wehmer: a. a. O. S. 473.
[4]) Blakeslee a. a. O.

Ein geradezu charakteristisches Merkmal ist das völlige Fehlen von Chlamydosporen, Kugelzellen und Kugelhefe, das ich in meinen Kulturen beobachten konnte. Im Gegensatz zu dieser Erscheinung, die auch schon Wehmer[1]) festgestellt hatte, gibt Schroeter[2]) die Bildung von Chlamydosporen im Sporangienträger an.

2. Aussehen des Sporangienrasens auf den verschiedenen Nährböden.

Die Farbe des Rasens auf Agarnährböden ist weisslichgrau; ausgenommen sind Most- und Bierwürzagar, auf welchen Nährböden der Farbenton ins gelbliche geht. Die Höhe des Rasens auf den Agarnährböden schwankte zwischen $^1/_2 - 2$ cm. Farbstoffbildung in den Zellen des Mycels wurde nicht beobachtet.

Ein eigenartiges Bild bietet der Rasen auf den Gelatinenährböden dar. Bei den gewöhnlichen neutralen und 1% bis 5% sauren Gelatinen ist die Farbe des Rasens gelblich grau, herrührend von einer gelben Flüssigkeit, die zwischen den Trägern in sichtbaren Tropfen abgeschieden wird. Der Zellinhalt des Mycels ist gelb gefärbt.

Bei den Zuckergelatinen ist die Farbe des Rasens dieselbe; es ist jedoch die Färbung des Inhalts der Mycelzellen verschwunden.

Bei den hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehalts prozentual verschiedenen Gelatinen ist der Rasen auf Gelatinen mit geringerem Zuckergehalt gelblich grau gefärbt, da auch hier eine Farbstoffabsonderung zwischen den Trägern stattfindet, die am Mycel dagegen nicht zu bemerken ist. Bei den Gelatinen mit höherem Zuckergehalt ist die Farbe des Rasens weisslich grau. Es findet sowohl zwischen den Trägern als auch am Mycel eine Farbstoffabsonderung nicht statt.

Der Rasen auf Reis und Kartoffeln hat das Aussehen eines dichten, gelblich grauen Polsters, welche Färbung

[1]) Wehmer, a. a. O. S. 473.
[2]) Schroeter, a. a. O. S. 204.

auch wieder durch die Farbstoffabsonderung zwischen den Trägern bedingt ist.

Auf der Kupfersulfatgelatine bietet der Rasen keine auffallende Verfärbung dar. Er hat vielmehr seine weisslich graue Farbe beibehalten. Farbstoffbildung wurde nicht beobachtet, obwohl Sporangien gebildet wurden.

3. Biologische Untersuchung.

Mit Ausnahme des Heu- und Plaumenagars sind Agarnährböden für diese Art mässige Nährsubstrate; denn es erreicht der Rasen nur geringe Höhe.

Gelatinenährböden boten der Art gute Lebensbedingungen, da überall gutes, ja üppiges Wachstum zu bemerken war. Hingegen wurde aber festgestellt, dass erhöhter Zuckerzusatz hemmend auf das Wachstum einwirkt.

In flüssigen Nährböden bestand das Wachstum des Pilzes sowohl in der Bildung eines submersen Mycels, als auch einer festen Decke mit Sporangiumrasen.

Eine Temperatur von 9° über dem Nullpunkt genügte nicht für die Entwickelung dieser Art; dagegen wurde bei 12° Wachstum beobachtet. Bei Zimmertemperatur und bei 22° war üppiges Wachstum zu beobachten. Brutschranktemperatur von 37° wurde nicht vertragen. Als das Optimum darf wohl eine Temperatur von 16°—22° angenommen werden.

Der Zusatz von Kupfersulfat in Höhe von $^1/_4$% übte keinen Einfluss auf das Wachstum aus. Auch die Sporen dieser Kultur keimen ganz normal. Ein Zusatz von $^1/_2$% $CuSO_4$ verhinderte jedoch das Wachstum.

Die Verflüssigung der gewöhnlichen und 1%—5% sauren Gelatinen begann nach 8 Tagen. Nach sechs Wochen war eine Verfärbung der verflüssigten Zone in braungelb eingetreten.

Die Zuckergelatine war nach sechs Wochen nicht verflüssigt. Diese Erscheinung ist wohl damit zu erklären, dass, ebenso wie bei einigen Penicillium-Arten, auch bei verschiedenen Mucor-Arten kein Bedürfnis nach Bildung

von peptonisierenden Fermenten zur Lösung der Gelatine besteht, sobald eine Zufuhr von leicht löslichen Kohlehydraten vorhanden ist.

Auf allen sauren Zuckergelatinenährböden, die hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehaltes recht verschieden waren, trat die Verflüssigung in allen Fällen nach 14 Tagen ein. Es stört also der Säurezusatz die, die Verflüssigung hemmende Wirkung der Kohlehydrate und die Bildung von peptonisierenden Fermenten zur Lösung der Gelatine findet doch statt. Möglicherweise ist die Menge des peptonisierenden Ferments auf sauren und neutralen Zuckernährböden gleich gering; diese kleinen Mengen wirken aber bei saurer Reaktion besser als bei neutraler. Hierüber wären weitere Versuche nötig. Eine Verfärbung der verflüssigten Zone war nach sechs Wochen nicht eingetreten.

Da die Art auf stärkereichen Nährböden ein äusserst üppiges Wachstum zeigte, lag die Vermutung der Diastasebildung nahe d. h. das Vermögen durch die Bildung des Encyms Diastase Stärke in Zucker überzuführen. Als Versuchsobjekt diente ein aus Kartoffelstärke bereiteter steriler Kleister von neutraler Reaktion und ohne jede Wirkung auf Fehling'sche Lösung. Die Einwirkungsdauer dieser Art bei einer Temperatur von 22° auf das Substrat betrug 8 Tage. Nach dieser Zeit konnte eine Reduktion Fehling'scher Lösung nicht nachgewiesen werden. Es ist also wohl anzunehmen, dass, wenn diese Art Kartoffelstärke verzuckert, der Zucker so rasch weiter verwandelt wird, dass er sich nicht anhäufen kann und nicht nachweisbar ist.

Schäffer[1]), der die Enzymbildung bei einigen Schimmelpilzen genauer studiert hat, giebt an, dass er nach Einwirkung dieser Art auf Kleister von Marantastärke durch Prüfung mittelst Fehling ein positives Resultat erzielt habe. Wie bei seinem Kontrollversuch, so war auch mein diesem

[1]) Schäffer, a. a. O. S. 29 ff.

Zwecke dienender Kleister vor wie nach der Versuchszeit neutral und reduzierte Fehling nicht. Eine Verfärbung oder Verflüssigung des Kleisters war nicht eingetreten. Mir wurde diese Angabe erst nach Abschluss meiner Arbeit bekannt.

Ebenso wie die alkoholische Gärung, die durch verschiedene Mucor-Arten hervorgerufen wird, an sich hervorragendes wissenschaftliches Interesse besitzt, so interessiert auch welche einzelnen Zuckerarten für den Eintritt dieser Erscheinung notwendig sind. Als Versuchsobjekt diente mir eine im allgemeinen Teil hinsichtlich seiner Zusammensetzung angegebene Nährsalzlösung mit einem Zusatz von je 10% Rohrzucker, oder Milchzucker oder Traubenzucker, wie auch Bierwürze. Die beimpften Nährsubstrate wurden hier, wie auch bei den andern Mucor-Arten, 8 Tage bei 22° gehalten. Sichtbare Gärung durch Gasentbindung wurde nur bei der Bierwürze bemerkt; in sämtlichen Zuckerlösungen wurde aber durch die genau nach Hollemann[1]) ausgeführte Jodoformreaktion die Bildung von Alkohol nachgewiesen. Dass Rohrzucker durch Mucor Mucedo direkt invertiert wird, wurde ja schon im Gegensatz zu sonstigen Angaben durch Schäffer[2]) nachgewiesen. Ausdrücklich hervorheben möchte ich, dass die gärenden Nährflüssigkeiten wasserklar und ohne feine Trübung blieben, so dass eine Infektion durch Hefen oder Bakterien ausgeschlossen war.

Eine gleichzeitige Säurebildung in den Nährflüssigkeiten mit Gehalt an Traubenzucker und Milchzucker wurde leicht nachgewiesen. Rohrzuckerlösung säuerte nicht.

Da diese Art bei einer Temperatur von 37° nicht mehr zur Entwickelung kam, erübrigte sich eine Prüfung auf pathogene Eigenschaften.

---

[1]) Hollemann, a. a. O. S. 154.
[2]) Schäffer, a. a. O. S. 22 ff.

II. Mucor piriformis A. Fischer.

Literatur:

1. Alfred Fischer, Die Pilze in Rabenhorst: Kryptogamenflora Bd. I, Abt. IV, daselbst Abbildung.
2. Wehmer, Mucoraceengärungen in Lafar: Technische Mykologie, Bd. IV, daselbst Abbildung.
3. Wehmer, Chemische Wirkungen der Mucoreen in Lafar: Technische Mykologie, Bd. IV.
4. Wehmer, Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze. Bd. II, daselbst Abbildung.

Diese Art ist von Alfred Fischer [1]) auf faulenden Äpfeln gefunden und im Jahre 1892 näher beschrieben worden. Den Namen hat der Autor wegen der meistens birnförmigen Gestalt der Kolumella gewählt.

1. Morphologische Untersuchung.

Der farblose Sporangienträger ist unverzweigt und kann nach Wehmer [2]) eine Höhe von 8 cm erreichen. In Kulturen ist die Durchschnittshöhe 1—3 cm. Er ist in der Regel mit Wassertröpfchen dicht besetzt oder wie Fischer [1]) sagt: „an der ganzen Oberfläche stark blutend." Der Träger ist nach Fischer [1]) nicht „steif gerade, sondern schwach hin und her gebogen" und sinkt leicht um. Ich kann dies bestätigen.

Die grossen kugeligen Sporangien sind in der Jugend farblos; werden im Alter aber braunschwarz. Ihre Grösse beträgt nach Fischer [1]) 250—350 μ im Durchmesser. Wehmer [2]) giebt einen Durchmesser bis 400 μ an. Meine Messungen schwankten zwischen 220—404 μ im Durchmesser. Die Sporangienwand ist leicht zerfliesslich und hinterlässt in der Regel keinen Basalkragen. In manchen Fällen bleibt aber, wie Wehmer [3]) beobachtete „an der Kolumella-Basis ein sehr zarter Kragenrest" zurück. In meinen Kulturen

---

[1]) A. Fischer, a. a. O. S. 191.
[2]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 473 ff.
[3]) Wehmer, a. a. O. S. 78.

habe ich den Basalkragen einmal beobachtet. Fischer[1]) giebt die Oberfläche als „dicht feinstachelig“ an. Wehmer[2]) konnte in seinen Exemplaren feinstachelige Sporangien nicht beobachten.

Da ich in meinen Kulturen feinstachelige Sporangien nicht beobachten konnte, machte ich den Versuch die feinstachelige Oberfläche künstlich hervorzurufen. Ich folgte hierbei einer Anregung meines hochverehrten Lehrers Prof. Dr. Lehmann. Ich stellte daher genannten Versuch auf oxalsäurehaltigem Nährboden an, da ja diese feinen Nädelchen als Kalziumoxalat gelten. Als Nährboden wählte ich eine gewöhnliche vorher neutralisierte Nährgelatine, der ich 1 ccm Normal-Oxalsäure auf 100 ccm Nährboden zusetzte. Dieser Nährboden wurde mit Sporen beimpft, die gut keimten, so dass nach einigen Tagen ein dichter Sporangienrasen vorhanden war. Es zeitigte jedoch die mikroskopische Untersuchung ein negatives Ergebnis, da ich in keinem Falle eine feinstachelige Oberfläche des Sporangiums, wie auch überhaupt irgend eine morphologische Veränderung feststellen konnte.

Die Kolumella ist nicht aufsitzend, sehr gross und farblos, manchmal schwach gelblich braun. Neben der in der Regel birnförmigen Gestalt, giebt Wehmer[3]) auch „ovale bis fast kugelige Formen“ an. In meinen Kulturen herrschte durchaus die birnförmige Gestalt. Die Höhe schwankt nach Fischer[1]) zwischen 200—300 μ; die Dicke an der Basis zwischen 80—110 μ, an dem oberen Teil zwischen 140—280 μ. Wehmer[3]) gibt ihre schwankenden „Dimensionen zwischen 80 μ zu 65 μ und 300 μ zu 280 μ“ an. Die Ergebnisse meiner Messungen schwankten zwischen 82—194 μ hoch und zwischen 60 und 164 μ breit (am oberen Teil). Die Oberfläche ist glatt.

Die Sporen sind farblos, von ellipsoidischer Gestalt und ziemlich gleichförmig. Ihre Länge schwankt nach

[1]) A. Fischer, a. a. O. S. 191.
[2]) Wehmer, a. a. O. S. 78.
[3]) Wehmer, in Lafar, a. a. O. S. 474.

Fischer[1]) zwischen 5—13 μ, ihre Breite zwischen 4—8 μ; Wehmer[2]) gibt im Mittel 7 μ zu 4,2 μ an, was sich im allgemeinen mit meinen Messungen deckt. Eine Sporenlänge in den von Fischer angegebenen Endgrössen habe ich nicht beobachten können.

Zygosporenbildung wurde in meinen Kulturen nicht beobachtet und ist auch bisher unbekannt.

Dagegen konnte ich, wie ja auch schon von Wehmer[3]) angegeben ist, die Bildung von Chlamydosporen und Kugelzellen in meinen Kulturen beobachten.

2. Aussehen des Sporangienrasens auf den verschiedenen Nährböden.

Auf den Agarnährböden war der Rasen im allgemeinen niedrig, flockig und von weisslich grauer bis schwärzlicher Farbe, die auf Most- und Bierwürzagar einen gelblichen Ton annahm. Die Höhe des Rasens betrug etwa $^1/_2$ cm. Am Mycel wurde keine Farbstoffbildung beobachtet.

Auf den gewöhnlichen und den 1—5 % sauren Gelatinen erreichte der Rasen etwa dieselbe Höhe. Die Farbe war schwärzlich-grau und bot auch sonst dasselbe Aussehen wie auf den Agarnährböden. Farbstoffbildung am Mycel wurde nicht beobachtet.

Auf den Zuckergelatinen war die Höhe des Rasens annähernd die gleiche; die Farbe war weisslichgrau und bot sonst nichts abweichendes. Farbstoffbildung am Mycel wurde nicht beobachtet.

Auf den sauren Gelatinen mit Zuckerzusatz war die Höhe des Rasens fast die gleiche; die Farbe war schwärzlichgrau und bot sonst nichts abweichendes. Farbstoffbildung am Mycel wurde nicht beobachtet.

Der Rasen auf Reis und Kartoffeln erreichte die Höhe von annähernd 2 cm; die Farbe war schwärzlichgrau bis

[1]) Fischer, a. a. O. S. 191.
[2]) Wehmer, a. a. O. S. 79.
[3]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 474.

schwärzlich. Farbstoffbildung wurde am Mycel nicht beobachtet.

Der Rasen auf der Kupfersulfatgelatine wies eine auffallende Verfärbung nicht auf; er hatte weisslich graue Farbe und bot sonst nichts abweichendes dar. Farbstoffbildung am Mycel war nicht wahrzunehmen.

3. Biologische Untersuchung.

Agarnährböden boten dieser Art sehr schlechte Lebensbedingungen, und war das Wachstum durchgängig ein recht mässiges.

Dieselbe Beobachtung wurde bei den gewöhnlichen-, den sauren-, den Zuckergelatinen und den sauren Gelatinen mit Zuckerzusatz gemacht. Auch hier war das Wachstum ein recht mässiges, und scheint erhöhter Zuckerzusatz einen hemmenden Einfluss auf dasselbe zu besitzen.

Stärkereiche Nährböden, wie Reis und Kartoffeln, bieten dieser Art bei weitem die günstigsten Lebensbedingungen, und zeigt sich hier das Wachstum in üppiger Weise.

In flüssigen Nährsubstraten äusserte sich das Wachstum sowohl in der Bildung eines submersen Mycels, als auch in fester Deckenbildung mit und ohne Sporangiumrasen.

Bei einer Temperatur von 9° über dem Nullpunkt konnte ein Wachstum nicht beobachtet werden, und fand ein solches erst bei 12° statt. Das Wachstum bei Zimmertemperatur und bei 22° war gut. Brutschranktemperatur von 37° liess die Art nicht zur Entwicklung kommen. Das Optimum dürfte als zwischen 18° und 22° liegend, angenommen werden.

Ein Zusatz von Kupfersulfat in Höhe von $^1/_4$ % zum Nährboden übte auf das Wachstum keinerlei Einfluss aus; auch hatten die Sporen dieser Kultur volle Keimfähigkeit. Ein Zusatz von $^1/_2$ % $CuSO_4$ verhinderte jedoch das Wachstum.

Die Verflüssigung der gewöhnlichen und 1—5% sauren Gelatinen begann nach 8 Tagen. Nach sechs Wochen war die verflüssigte Zone verfärbt und braungelb geworden.

Die Zuckergelatinen waren nach sechs Wochen nicht verflüssigt; eine Erscheinung, die wohl ebenso, wie bei Mucor Mucedo geschehen, zu erklären ist.

Bei den hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehaltes prozentual verschiedenen Gelatinen bot sich ein eigenartiges Bild. Es war nämlich die 1% saure Gelatine mit 10% und 30% Traubenzuckerzusatz nach sechs Wochen nicht verflüssigt, so dass also trotz des Säurezusatzes die Art nicht zur Bildung von peptonisierenden Fermenten zur Lösung der Gelatine schreitet. Dagegen begann die 5% saure Gelatine mit 10% Traubenzuckerzusatz nach 8 Tagen, jene mit 30% Zuckerzusatz nach 14 Tagen flüssig zu werden, so dass sich hier der Einfluss der Säure auf die Verflüssigung einerseits, wie auch die hemmende Wirkung der Kohlehydrate andererseits zeigt. Eine Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.

Stärkereicher Nährboden ist, wie gesagt, für diese Art ein guter Nährboden. Es wurde daher geprüft, ob sie Kartoffelstärke in Zucker überzuführen vermag. Der zum Versuch als geeignet befundene Kartoffelstärkekleister wurde der Einwirkung der Art acht Tage bei 22° ausgesetzt mit dem Erfolg, dass nach dieser Zeit Fehling'sche Lösung stark reduziert wurde, womit die Zuckerbildung erwiesen ist. Eine Substratverfärbung fand nicht statt. Eine Verflüssigung des Kleisters trat nicht ein.

Als Versuchsobjekte für den Nachweis der alkoholischen Gährung dienten mir die oben erwähnten Nährlösungen. Einwirkungsdauer und Temperatur waren die bei Mucor Mucedo angegebenen. Es zeigte sich, dass neben der Vergärung von Traubenzucker und Bierwürze auch Rohrzucker und Milchzucker direkt invertiert wird. Sichtbare Gährung durch Gasentbindung fand nur bei der Bierwürze statt. In allen Fällen wurde aber durch die Jodoformreaktion die Anwesenheit von Alkohol festgestellt.

Die Lösungen wurden mit Ausnahme der Rohrzuckerlösung gleichzeitig gesäuert. Der diese Art geradezu kennzeichnende esterartige Geruch war nicht in allen Kulturen gleich stark, ja manchmal fehlte er ganz wie bei Agarkulturen und solchen, die auf Kupfersulfatgelatine gewachsen waren. Kartoffelkulturen und Flüssigkeitskulturen rochen schwach; dagegen wiesen solche auf gewöhnlicher Gelatine und Stärkekleister den Geruch deutlich auf, der sich auf Zuckergelatinen mit und ohne Säurezusatz zu verstärken schien. Dagegen rochen saure Gelatinen nach meinem Empfinden nach Fettsäure. In typischer Weise rochen die Reiskulturen, die den Geruch auch nach 4 Monaten noch nicht verloren hatten.

Da diese Art Brutschranktemperatur von 37° nicht vertrug, erübrigte sich eine Prüfung auf pathogene Eigenschaften.

III. Mucor hiemalis Wehmer.

Literatur.

1. Wehmer, Der Mucor der Hanfrotte in: Annales Mycologici 1903 Bd. I. daselbst Abbild.
2. Wehmer, Mucoraceengärungen in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV. daselbst Abbild.
3. Wehmer, Chemische Wirkungen der Mucoreen in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV.

Diese Art ist von J. Behrens aufgefunden worden als mitwirkender Faktor bei der Winterlandrotte des Hanfes.[1])

1. Morphologische Untersuchung.

Der farblose Sporangienträger, der eine Höhe von 1—2 cm erreicht, ist unverzweigt. In einem einzigen Fall konnte ich eine einfache Verzweigung des Trägers feststellen.

Das Sporangium ist sehr klein, in Kulturen kaum wahrnehmbar mit dem blossen Auge, kugelig und von grauer

[1]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 474.

bis bräunlich gelber Farbe. Die Grösse die nach Wehmer[1]) 52 μ im Durchmesser beträgt, schwankt nach meinen Messungen zwischen 37,4 μ bis 55,8 μ im Durchmesser. Die in der Jugend durchsichtige, leicht zerfliessliche Wand hat glatte Oberfläche. In vielen Fällen bleibt ein lappiger Basalkragen zurück. Der Versuch, auf oxalsäurehaltigem Nährboden eine feinstachelige Sporangiumoberfläche zu erzielen, zeitigte ein negatives Resultat.

Die nicht aufsitzende, farblose Kolumella ist kugelig oder eiförmig. Die Grösse der kugeligen Form schwankt nach Wehmer[1]) zwischen 28 - 48 μ im Durchmesser. Die der eiförmigen zwischen 25 μ zu 21 μ und 36 μ zu 29 μ. Nach meinen Messungen schwankte die kugelige Gestalt der Kolumella zwischen 29,6 und 40 μ im Durchmesser; die Grösse der eiförmigen Gestalt differenzierte zwischen 27,2 μ zu 22,8 μ und 40,8 μ zu 34 μ.

Die Sporen sind langgestreckt ellipsoidisch, auch bohnenförmig; sie sind farblos und haben glatte Oberfläche. Ihre Grösse bewegt sich nach Wehmer[1]) zwischen 3 μ bis 8,4 μ zu 25,6 μ. Die Ergebnisse meiner Messungen bewegten sich annähernd in denselben Grenzen.

Die Zygosporenbildung wurde nicht beobachtet und ist auch bisher unbekannt.

Die Bildung von Chlamydosporen und Kugelzellen, die auch schon Wehmer[1]) erwähnt, konnte ich in meinen Kulturen beobachten.

2. Aussehen des Sporangienrasens auf den verschiedenen Nährböden.

Auf den Agarnährböden zeigte der 1—2 cm hohe, dichte Rasen eine weislich graue Farbe, die nur auf Mostagar einen gelblichen Ton annahm. Farbstoffbildung am Mycel wurde nicht beobachtet.

Auf den gewöhnlichen und den 1%—5% sauren Gelatinen änderte sich an der Höhe und der Farbe des Rasens

[1]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 474.

nichts; es fand aber am Mycel gelbe Farbstoffabsonderung statt.

Auf den Zuckergelatinen blieb die Höhe und Farbe des Rasens die gleiche. Es fand aber sowohl zwischen den Trägern, als auch am Mycel gelbe Farbstoffabsonderung statt.

Irgend eine Veränderung hinsichtlich Höhe und Farbe wies der Rasen auf den hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehaltes prozentual verschiedenen Gelatinen nicht auf. Auch hier fand Farbstoffabsonderung zwischen den Träger und am Mycel statt.

Auf der Kupfersulfatgelatine wies der Rasen keine auffallende Verfärbung auf; er hatte vielmehr dieselbe Höhe und war von weisslich grauer Farbe. Dagegen fand aber keine Farbstoffabsonderung statt.

Auf Kartoffeln bildet der Rasen ein dichtes Polster von grauweisser Farbe, das allmählich einen gelblichen Farbenton annimmt, der durch die Farbstoffabsonderung zwischen den Trägern bedingt ist.

Ein eigenartiges Bild bietet der Rasen auf gedämpftem Reis; er bildet hier ein äusserst dichtes watteartiges Polster von anfangs weisslich grauer Farbe, die später in gelb übergeht. Hervorgerufen wird diese Farbänderung durch einen gelben Farbstoff, der in deutlich sichtbaren Tropfen zwischen den Trägern abgeschieden wird. Dieser Farbstoff dunkelt nach, bis er schliesslich braungelb wird.

Nähere Versuche über die Identität dieses Farbstoffes wurden nicht angestellt. Seine Löslichkeit in Äther und Alkohol wurden festgestellt; der Versuch, denselben in Krystallform zu erhalten, führte zu einem negativen Ergebnis.

3. Biologische Untersuchung.

Die Agarnährböden boten der Art gute Lebensbedingungen, da durchweg zu einer guten Rasenbildung von 1—2 cm Höhe geschritten wurde.

Ebenso gedieh unser Pilz auf sämtlichen angewandten Gelatinenährböden gut, und war reichliches Wachstum zu bemerken.

Am liebsten wurden aber stärkereiche Nährböden angenommen, wie das üppige Wachstum auf Reis und Kartoffeln bewies.

In flüssigen Nährböden zeigte sich das Wachstum neben submerser Mycelbildung auch in der Bildung einer festen Decke mit Kulturrasen.

Diese Art besitzt wie auch schon Wehmer[1]) angegeben hatte, sehr niedrige Wachstumstemperatur. Von mir wurde bei einer Temperatur von 4° über dem Gefrierpunkt noch gutes Wachstum festgestellt, von dem allerdings bei 0° nichts mehr zu bemerken war. Bei Zimmertemperatur und bei 22° war das Wachstum auch ein gutes. Bei 37° kam die Art nicht mehr zur Entwickelung. Das Optimum dürfte zwischen 18° und 22° liegen.

Ein Zusatz von $^1/_4$% Kupfersulfat zum Nährboden hinderte die Art am Wachstum nicht; auch keimten die Sporen, auf einen anderen Nährboden gebracht, in normaler Weise. Ein Zusatz von $^1/_2$% $CuSO_4$ wurde jedoch nicht vertragen, und gelangte die Art auf einem solchen Nährboden nicht zur Entwickelung.

Die Verflüssigung der gewöhnlichen und 1%—5% sauren Gelatinen begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb geworden, d. h. es war Verfärbung eingetreten.

Die Zuckergelatinen waren nach 6 Wochen fest. Der Grund für diese Erscheinung dürfte wohl in der bei Mucor Mucedo gegebenen Erklärung zu suchen sein.

Die Verflüssigung der hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehalts prozentual verschiedenen Gelatinen begann nach 14 Tagen, so dass hier, wie bei Mucor Mucedo, der Säurezusatz die, die Verflüssigung hemmende, Wirkung leicht löslicher Kohlehydrate einfach aufhebt und die Bildung von peptonisierenden Fermenten zur Lösung der Gelatine

[1]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 474.

veranlasst. Eine Verfärbung der verflüssigten Zone war nach sechs Wochen nicht zu bemerken.

Wegen ihres sehr guten Wachstums auf Stärkehaltigen Nährböden war anzunehmen, dass die Art ein Diastasebildner ist und demgemäss Stärke in Zucker abzubauen vermag. Der mir als Versuchsobjekt dienende Kleister von Kartoffelstärke wirkte dann auch nach achttäger Einwirkungsdauer dieser Art stark reduzierend auf Fehling ein, womit die Anwesenheit von Zucker erwiesen war. Eine Verflüssigung oder Verfärbung des Substrates trat nicht ein.

Die mir als Versuchsobjekte dienenden Zuckerlösungen wurden während ihrer achttägigen Einwirkungsdauer durch die Art bei 22° gehalten. Es zeigte sich, dass auch dieser Mucor die Fähigkeit hatte die angewandten Zuckerarten zu spalten und in Rohrzucker-, Milchzucker- und Traubenzuckerlösung sowie in Bierwürze Alkohol zu bilden, wenn anders die Jodoformreaktion, die ein positives Resultat ergab, da massgebend ist. Durch Gasentbindung sichtbare Gärungserscheinungen wurden mit Ausnahme der Milchzuckerlösung beobachtet. Eine Infektion der Lösungen durch Bakterien oder Hefen war ausgeschlossen, da die Lösungen auch nicht die geringste Trübung aufwiesen.

Mit Ausnahme der Rohrzuckerlösung wurden sämtliche Lösungen gesäuert.

Da die Art bei einer Temperatur von 37° nicht zur Entwicklung kam, so erübrigte sich eine Untersuchung auf pathogene Eigenschaften.

b) Sectio Racemomucor.

Zu dieser Gruppe gehören Arten mit traubig verzweigtem Sporangienträger.

I. Mucor racemosus Fresenius.

Literatur.

1. Fresenius, Beiträge zur Mykologie. Heft I, daselbst Abbildung.

2. Brefeld, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. Heft VIII, daselbst Abbildung.
3. J. Schroeter, Kryptogamenflora Schlesiens, Bd. III.
4. A. Fischer, Die Pilze in Rabenhorst: Kryptogamenflora, Bd. I, Abt. IV.
5. Wehmer, Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze. Heft II, daselbst Abbildung.
6. Klebs, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Daselbst Abbildung.
7. Wehmer, Versuche über Mucorineengärung im Centralblatt für Bakteriologie, Abt. II, Bd. XIV, daselbst Abbildung.
8. Schäffer, Beiträge zur Kenntnis der von einigen Schimmelpilzen hervorgebrachten Enzyme. Inaugural Diss. 1901.
9. Wehmer, Mucoraceengärungen in Lafar: Technische Mykologie, Bd. IV, daselbst Abbildung.
10. Wehmer, Chemische Wirkung der Mucoreen in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV.

Diese Art ist zuerst von Fresenius im Jahre 1850 beschrieben worden und hat noch verschiedene ältere Forscher als Bearbeiter gehabt, bei denen es allerdings „zweifelhaft ist, ob sie diesen Pilz wirklich rein vor sich hatten und nicht vielmehr den Namen für eine Mehrzahl nicht genauer definierter Arten gebrauchten.“[1]) Eine genauere Diagnose gab zuerst Alfred Fischer[2]) im Jahre 1892 auf Grund älterer Angaben und eigener Forschungen. Die erste eingehende Untersuchung stammt von Brefeld[3]) aus dem Jahre 1889, der diese Art als Chlamydomucor racemosus behandelte, indem er mit dem Namen auf das dieser Art in hervorragendem Masse innewohnende Vermögen, Chlamydosporen zu bilden, hinweisen wollte. Nachdem

[1]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 475, vgl. dazu Fischer a. a. O. S. 194.
[2]) Fischer, a. a. O. S. 193.
[3]) Brefeld, a. a. O. S. 211 ff.

spätere Forschungen aber ergeben haben, dass auch andere Arten diese Dauerorgane bilden, ist der Name von der Wissenschaft nicht angenommen worden.

1. Morphologische Untersuchung.

Der an sich farblose Sporangienträger erreicht nur geringe Höhe, die in der Regel 2—3 mm beträgt. Unter geeigneten Kulturbedingungen erreicht er nach Wehmer[1]) eine Höhe bis zu 5 cm. Die Verzweigungsart ist sehr unregelmässig ausgebildet. In der Regel ist der Sporenträger traubig verzweigt — manchmal auch nicht scharf ausgebildet — und zuweilen überwiegen unverzweigte Träger, wodurch naturgemäss die Diagnose erschwert wird.

Die Sporangien sind winzig klein und mit blossem Auge schwer zu erkennen. Ihre Grösse beträgt nach Fischer[2]) 20—70 μ im Durchmesser; Wehmer[3]) gibt 37 bis 50 μ im Durchmesser, an anderer Stelle[4]) 20—60 μ an. Nach Schroeter[5]) sind die Sporangien 50—60 μ breit. Meine Messungen schwanken zwischen 26,2—51,3 μ im Durchmesser. Die Farbe ist bräunlichgelb, zuweilen auch etwas heller. Die Wand ist durchscheinend und bald zerfliesslich,[6]) bald zerbrechlich,[7]) so dass auch hier eine veränderliche Charaktereigenschaft zu bemerken ist. Die Oberfläche ist wohl in der Regel nicht mit feinen Stacheln versehen;[8]) ich konnte jedenfalls kein einziges feinstacheliges Sporangium in meinen Kulturen beobachten, und auch der Versuch, solche künstlich durch Züchtung auf oxalsäurehaltigem Nährböden zu erreichen, schlug fehl. Immerhin gibt aber Fischer[2]) winzige Kalkinkrustationen der Wand an.

[1]) Wehmer, Pilze a. a. O. S. 81.
[2]) Fischer a. a. O. S. 193.
[3]) Wehmer, im Centralblatt für Bakteriologie, a. a. O. S. 569 ff.
[4]) Wehmer, Pilze, a. a. O. S. 81.
[5]) Schroeter, a. a. O. S. 204.
[6]) Wehmer, im Centralblatt für Bakteriologie, a. a. O. S. 569 ff.
[7]) Fischer a. a. O. S. 193 und Klebs, a. a. O. S. 493.
[8]) Wehmer im Cetralblatt für Bakt. a. a. O. S. 569 ff. und Schroeter, a. a. O. S. 204.

Klebs[1]) fand in seinen Brotkulturen, namentlich wenn das Brot noch mit Pflaumensaft durchtränkt war Sporangien, deren „Wandung nur mit äusserst winzigen Kalkkörnchen bedeckt war und bei dem Aufplatzen fast ganz zerfloss und verschwand. Besonders auffallend war der Unterschied gegenüber den Sporangien, die sich auf konzentrierten Peptonlösungen gebildet hatten. Die Sporangiummembran war mit einer dichten Lage deutlicher Kalkkryställchen bedeckt und sehr spröde und zerbrechlich." Daraus dürfte wohl zu entnehmen sein, dass die Zerfliesslichkeit oder Zerbrechlichkeit einerseits, wie auch die glatte oder feinstachelige Oberfläche der Sporangiumwand andererseits durch die Nährsubstrate und Kulturbedingungen hervorgerufen wird. Es verbleibt an der Kolumella ein kleiner Basalkragen.

Die Kolumella ist nicht aufsitzend, glatt und farblos und von eiförmiger Gestalt; Kugelformen, wie sie Fischer[2]) erwähnt, habe ich nicht beobachten können. Ihre Grösse beträgt nach Wehmer[3]) im Mittel 22 μ hoch und 17 μ dick. Fischer[2]) gibt ihre Länge auf 17—60 μ, ihre untere Breite auf 7—30 μ und ihre obere Breite auf 9—42 μ an. Meine Messungen ergaben eine Höhe von 19—32 μ und eine Dicke von 14—20 μ.

Die Sporen sind ellipsoidisch, nach Fischer[2]) auch kugelig und rundlich eckig, farblos und von glatter Oberfläche. Nach Wehmer[3]) im Mittel ca. 6 μ lang und 4,2 μ dick. Schroeter[4]) gibt als Länge 5—8 μ und als Breite 4—5 μ an, welche Werte mit den von mir Gefundenen beinah übereinstimmen. Ich fand eine Länge von 6—7,8 μ und eine Breite von 4,3—5 μ.

Die Zygosporenbildung ist bekannt; ich konnte jedoch in meinen Kulturen eine solche nicht beobachten.

[1]) Klebs. a. a. O. S. 501.
[2]) Fischer, a. a. O. S. 193.
[3]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 476.
[4]) Schroeter, a. a. O. S. 204.

Reichlich wurde dagegen die Bildung von Chlamydosporen, wie auch die Bildung von Kugelzellen und die spärliche Bildung von Kugelhefe beobachtet.

2. Aussehen des Sporangienrasens auf den verschiedenen Nährböden.

Der Rasen auf den Agarnährböden war zart, flockig und kaum $^1/_2$ cm hoch. Die Farbe war weiss bis weisslich grau; nahm aber auf Most- und Bierwürzagar eine gelblich braune Färbung an. Eine Farbstoffbildung am Mycel wurde nicht beobachtet.

Auf den gewöhnlichen und 1%—5% sauren Gelatinen erreichte der Rasen eine Höhe von 1 cm. Die Farbe war weisslich grau; auch fand keine Farbstoffbildung am Mycel statt.

Auf den Zuckergelatinen hatte der 1 cm hohe Rasen schneeweisse Farbe und war eine Farbstoffbildung am Mycel nicht zu bemerken.

Auf den hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehalts prozentual verschiedenen Gelatinen war die Farbe des 1 cm hohen Rasens weisslich grau ohne bemerkbare Farbstoffbildung am Mycel.

Auf der Kupfersulfatgelatine nahm der Rasen eine auffallende Färbung nicht an; die Farbe war grau und eine Farbstoffbildung am Mycel nicht zu bemerken.

Auf Reis und Kartoffeln erreichte der dichte, zarte schneeweisse Rasen eine Höhe von 2 cm. Farbstoffbildung am Mycel war nicht zu beobachten.

3. Biologische Untersuchung.

Das Wachstum der Art auf Agarnährböden war mässig; dieselben scheinen der Art keine zusagenden Lebensbedingungen zu bieten.

Auf den sämtlichen Gelatinenährböden war gutes Wachstum zu bemerken.

Bei weitem am besten gedieh die Art aber auch wieder auf stärkehaltigen Nährböden, wie Reis und Kartoffeln.

In flüssigen Nährböden äusserte sich das Wachstum sowohl in der Bildung eines submersen Mycels, als auch in fester Deckenbildung ohne Kulturrasen.

Klebs[1]) giebt für diese Art ein Wachstumsminimum von 4° an, und meint, dass zwischen 4° und 5° eine schwache Keimung der Sporen stattfinden kann. Ich habe bei einer Temperatur von 9° auch nicht die geringste Sporenkeimung, geschweige denn eine Sporangienbildung bemerken können; Im Gegenteil konnte ich ein Wachstum erst bei 12° feststellen. Das Wachstum bei Zimmertemperatur und 22° war gut zu nennen. Bei 37° fand eine Entwickelung dieser Art nicht mehr statt, die nach Klebs[1]) schon bei 34° aufhört. Das Wachstumsmaximum liegt nach Wehmer[2]) bei 31°, während Klebs[1]) angiebt, dass „zwischen 32° und 33° noch eine Keimung stattfinden kann.“ Das Optimum dürfte bei 18°—22° liegen.

Der Zusatz eines Metallgiftes ($CuSO_4$) wurde in Höhe von $^1/_4\%$ zum Nährboden vertragen, ohne dass irgend eine Wachstumsbeschränkung zu bemerken war. Es hatten auch die Sporen dieser Kultur eine ganz normale Keimfähigkeit. Ein Zusatz von $^1/_2\%$ $CuSO_4$ hinderte die Art allerdings am Wachstum.

Die Verflüssigung der gewöhnlichen und 1%—5% sauren Gelatinen begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen hatte sich die verflüssigte Zone braungelb verfärbt.

Die Verflüssigung der Zuckergelatinen begann nach 6 Wochen, so dass also diese Art trotz Zufuhr leicht löslicher Kohlehydrate doch peptonisierende Fermente zur Lösung der Gelatine bildet, wenn auch erst nach einem verhältnismässig langen Zeitraum. Eine Verfärbung war nach dieser Zeit nicht eingetreten.

Die Verflüssigung der hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehalts prozentual verschiedenen Gelatinen begann durchgängig nach 8 Tagen, so dass hier der beschleunigende Einfluss der Säure sichtbar wird. Eine Verfärbung

[1]) Klebs, a. a. O. S. 495.

[2]) Wehmer, im Centralblatt für Bakt. a. a. O. S. 569 ff.

der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.

Da die Art gut auf stärkehaltigem Nährböden gedieh, lag die Vermutung der Diastasebildung nahe. Der mir als Versuchsobjekt dienende Kleister von Kartoffelstärke wurde mit Sporen dieser Art besät und 8 Tage bei 22° gehalten. Nach dieser Zeit reduzierte er Fehling'sche Lösung, und ist somit die Anwesenheit von Zucker, hervorgerufen durch das Einwirken dieser Art, erwiesen. Der Kleister an sich zeigte nämlich indifferentes Verhalten gegen Fehling'sche Lösung. Eine Substratverfärbung fand nicht statt; ebenso auch keine Verflüssigung des Kleisters.

Das Vermögen dieser Art alkoholische Gärung hervorzurufen ist seit langer Zeit bekannt; ebenso auch, dass Rohrzucker von dieser Art invertiert und vergoren wird.

In meinen angewandten Nährlösungen mit verschiedenem Zuckerzusatz, wie Rohrzucker, Milchzucker und Traubenzucker, wie auch in Bierwürze konnte ich die Anwesenheit von Alkohol feststellen, wenn anders die Jodoformreaktion, die durchgängig positiv ausfiel, da massgebend ist. Durch Gasentbindung sichtbare Gärung wurde mit Ausnahme der Milchzuckerlösung wahrgenommen. Eine Infektion der Lösungen hatte nicht stattgefunden, da sie klar waren.

Traubenzuckerlösung und Bierwürze wurden schwach gesäuert.

Da diese Art bei 37° nicht mehr zur Entwickelung kam, erübrigte sich eine Prüfung auf pathogene Eigenschaften.

II. Mucor heterogamus Vouillemin.

Literatur.

1. Vouillemin, „Sur un cas particulier de la conjugaison des Mucorinées“ im Bulletin de la société botanique de France. Bd. XXXIII.
2. Vouillemin, „Études biologiques sur les Champignons“

im Bulletin de la société des Sciences de Nancy. Bd. VIII. Daselbst Abbildung.
3. Alfr. Fischer, „Die Pilze“ in Rabenhorst: Kryptogamenflora“ Bd. I, Abteil. IV.
4. Wehmer, „Mucoraceengärungen“ in Lafar: „Technische Mykologie“ Bd. IV. Daselbst Abbildung.

Diese Art wurde von Vouillemin im Jahre 1886 zuerst isoliert und beschrieben. Neuerdings hat ihn sein Autor aus der Gattung Mucor ausgeschieden und nennt ihn jetzt: Zygorhynchus heterogamus. Derselbe ist durch abweichende Zygosporenbildung gekennzeichnet.

1. Morphologische Untersuchung.

Der Sporangienträger, der zuweilen einfach, meistens jedoch traubig verzweigt ist, erreicht eine Höhe bis zu 3 mm, die unter geeigneten Umständen bis auf $^1/_2$ cm steigen kann. Er schliesst mit einem Sporangium ab, während seine Seitenäste mit einem Sporangium endigen, aber auch später Zygosporen tragen können.

Das Sporangium ist kugelig und von grauschwarzer Farbe; seine Grösse beträgt 40—60 μ im Durchmesser. Die Wand, die in der Jugend leicht zerfliesslich, ist inkrustiert und hinterlässt einen Basalkragen.

Die nicht aufsitzende Kolumella ist mehr oder weniger kugelig. Sie ist farblos und hat glatte Oberfläche.

Die Sporen sind gleichgestaltig, kugelig und von glatter Oberfläche; sie sind farblos und haben eine Grösse von 2—3,8 μ im Durchmesser.

Die Zygosporen entstehen bei dieser Art nicht am Substratmycel, sondern an besonderen sympodialen Trägern oder auch später an den Sporangienträgern. Die Zygosporen sind kugelig. Ihre Grösse schwankt zwischen 50—138 μ im Durchmesser. Die Zygosporen sind dunkelbraun bis schwarz und haben eine höckerige Oberfläche. Ich habe sie beobachtet ohne neues darüber angeben zu können.

Die Bildung von Chlamydosporen und Kugelzellen konnte ich in meinen Kulturen reichlich beobachten; es fehlte dagegen die Bildung von Kugelhefe.

2. Aussehen des Sporangienrasens auf den verschiedenen Nährböden.

Auf den Agarnährböden hatte der sehr niedrige Rasen weisslich graue bis graue Farbe, die auf Most- und Bierwürzagar gelblich grau war. Er erreichte eine Höhe von ungefähr 1 mm. Es konnte überall Zygosporenbildung festgestellt werden, dagegen fehlte die Farbstoffbildung am Mycel.

Auf den gewöhnlichen und 1%—5% sauren Gelatinen war der Rasen zwar dicht, aber sehr niedrig und flockig. Die Farbe, des ungefähr 1 mm hohen Rasens war schneeweiss. Zygosporenbildung fand nur vereinzelt statt; am Mycel wurde ein gelber Farbstoff abgeschieden.

Auf den Zuckergelatinen und den sauren Gelatinen mit 10% Zuckerzusatz war der Rasen dicht, etwa 1 mm hoch und von schwarzgrauer Farbe, die durch die vermehrte Zygosporenbildung bedingt ist. Auf den sauren Gelatinen mit 30% Zuckerzusatz liess die Zygosporenbildung nach und hatte dort der Rasen weisse Farbe. In allen Fällen fand am Mycel gelbe Farbstoffbildung statt.

Der Rasen auf der Kupfersulfatgelatine war weisslich grau gefärbt und zeigte sonst keine Veränderung. Zygosporenbildung fand nur vereinzelt statt, wie auch die Farbstoffbildung am Mycel fehlte.

Der Rasen auf Reis war äusserst dicht; er erreichte eine Höhe von ungefähr $^1/_2$ cm und zeigte grauschwarze Farbe. Zygosporenbildung fand sehr reichlich statt und bedingte die Farbe des Rasens. Farbstoffbildung am Mycel fehlte.

Auf Kartoffeln war der Rasen nicht so hoch, wie auf Reis und zeigte weisslich graue Farbe. Zygosporenbildung war nicht so häufig; Farbstoffbildung am Mycel fehlte.

3. Biologische Untersuchung.

Agarnährböden boten der Art schlechte Lebensbedingungen, und war das Wachstum durchgängig ein mässiges zu nennen.

Gelatinenährböden, sowohl gewöhnliche, wie saure, als auch saure mit Zuckerzusatz, werden von dieser Art bevorzugt. Auch regte ein Zuckerzusatz von 5%—10% die Zygosporenbildung an.

Bei weitem die besten Lebensbedingungen fand diese Art wieder in stärkereichen Nährböden, wie Reis und Kartoffeln.

Bei einer Temperatur von 8° über dem Nullpunkt konnte ich ein Wachstum dieser Art nicht mehr feststellen. Ausserst langsames Wachstum wurde bei 10° beobachtet. Bei Zimmertemperatur und bei 22° war das Wachstum gut. Bei Brutschranktemperatur von 37° kam die Art nicht mehr zur Entwickelung. Das Optimum dürfte zwischen 15° und 20° liegen.

Der Zusatz eines Metallgiftes ($CuSO_4$) in Höhe von $^1/_4$% hinderte die Art am Wachstum nicht. Auch waren die Sporen dieser Kultur keimfähig. Ein Zusatz von $^1/_2$% $CuSO_4$ wurde nicht mehr vertragen.

In flüssigen Nährböden bestand das Wachstum des Pilzes sowohl in der Bildung eines submersen Mycels, als auch in fester Deckenbildung mit spärlichem Kulturrasen.

Die Verflüssigung der gewöhnlichen und 1%—5% sauren Gelatinen begann bei dieser Art nach 14 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb verfärbt.

Eine Verflüssigung der Zuckergelatinen war nach 6 Wochen nicht eingetreten, und ist für diese Erscheinung die Erklärung, wie bei Mucor Mucedo geschehen, zu geben.

Eine Verflüssigung der 1% sauren Gelatinen mit 10% und 30% Zuckerzusatz war nach 6 Wochen nicht eingetreten, so dass hier der erhöhte Zusatz leicht löslicher Kohlehydrate die Wirkung der Säure, die in einer Anregung zur Bildung peptonisierender Fermente zur Lösung der Gelatine besteht, aufhebt.

Die Verflüssigung der 5% sauren Gelatinen mit 10% Zuckerzusatz war nach 6 Wochen eingetreten, so dass sich hier der Einfluss der Säure in angedeutetem Sinne bemerkbar macht. Eine Verfärbung der verflüssigten Zone war nicht eingetreten. Ein Zuckerzusatz von 30% hatte die Wirkung, dass eine Verflüssigung nach 6 Wochen nicht eingetreten war.

Da die Art auf stärkereichen Nährsubstraten ein so gutes Wachstum zeigte, lag die Vermutung der Diastasebildung nahe. Die Vermutung war begründet, denn ich konnte durch Kartoffelstärkekleister, der neutral und ohne Einwirkung auf Fehling war, nach achttäger Einwirkung bei 22° durch diese Art eine Reduktion Fehling'scher Lösung feststellen. Hiermit ist die Anwesenheit von Zucker erwiesen. Eine Verflüssigung oder Verfärbung des Kleisters war nicht zu bemerken.

Um zu prüfen, ob diese Art auch die Fähigkeit besitzt, Zuckerlösungen zu spalten und Alkohol zu bilden, wurden die mir als Versuchsobjekt dienenden Lösungen, nämlich Rohrzucker-, Milchzucker- und Traubenzuckerlösung sowie Bierwürze, bei 22° einer achttägigen Einwirkungsdauer durch diese Art ausgesetzt. Sichtbare Gärungserscheinungen waren freilich nicht zu bemerken; es wurde aber in sämtlichen Lösungen die Anwesenheit von Alkohol festgestellt, wenn anders die positive Jodoformreaktion da massgebend ist. Eine Infektion der Lösungen durch Hefen oder Bakterien war ausgeschlossen, da die Lösungen wasserklar blieben.

Gesäuert wurden nur Traubenzuckerlösung und Bierwürze, und konnte in Rohrzucker- und Milchzuckerlösung nichts derartiges festgestellt werden.

Da die Art bei einer Temperatur von 37° nicht mehr zur Entwickelung kam, erübrigte sich in eine Prüfung auf pathogene Eigenschaften einzutreten.

c) Sectio Cymomucor.

Zu dieser Gruppe gehören Arten mit sympodial verzweigtem Sporangienträger.

I. Mucor Rouxii (Calmette) Wehmer.

Literatur.

1. Wehmer, Die „chinesische Hefe" und der sogannte Amylomyces (= Mucor Rouxii) im Centralblatt für Bakteriologie 2. Abteil., Bd. VI. Daselbst Abbildung.
5. Wehmer, Mucoraceengärungen in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV. Daselbst Abbildung.
3. Wehmer, Chemische Wirkungen der Mucoreen in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV.
4. Calmette, Contribution à l'Étude des Ferments de l'Amidon. La Levure chinoise in Annales Pasteur Bd. VI.

Diese Art wurde von Calmette im Jahre 1892 aus der Chinesischen Hefe isoliert und als Amylomyces Rouxii bezeichnet. Erst Wehmer fand im Jahre 1900 die Sporangien und erkannte diese Art als einen echten Mucor.

1. Morphologische Untersuchung.

Der Sporangienträger ist zart, farblos und sehr klein; er erreicht auf Reis allerdings eine Höhe von einigen Millimetern, bedeckt in der Regel aber nur gerade das Substrat. Die Verzweigung ist nicht immer gleich, in der Regel aber eine deutlich sympodiale.

Das Sporangium ist kugelig, manchmal etwas abgeplattet und von gelblicher Farbe. Die Grösse schwankt nach Wehmer[1]) zwischen 20 und 100 μ im Durchmesser. Ich habe Sporangien von 100 μ im Durchmesser nicht beobachten können; im Gegenteil ergaben meine Messungen meistens 50 μ im Durchmesser. Die Wand ist durchscheinend, meistens glatt, oft aber auch, wie Wehmer[1])

[1]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 481.

angiebt, mit Nadeln inkrustiert. Ich habe Sporangien mit feinen Nädelchen nicht in meinen Kulturen beobachten können, und der Versuch, dieselben durch Züchtung auf oxalsäurehaltigem Nährböden künstlich hervorzurufen, führte zu einem negativen Ergebnis. Immer ist ein Basalkragen vorhanden.

Die Kolumella ist nicht aufsitzend, glatt und meistens farblos; sie ist kugelig und weist gleich dem Sporangium eine kleine Abplattung auf. Ihre Grösse schwankt zwischen 14—20 μ im Durchmesser.

Die Sporen sind farblos, ziemlich gleichgestaltet und länglich. Ihre Länge schwankt zwischen 4—5 μ und ihre Breite zwischen 3—4 μ.

Zygosporen habe ich in meinen Kulturen nicht beobachtet und sind bisher auch nicht bekannt.

Die Bildung von Chlamydosporen und Kugelzellen fand in reichlicher Weise statt.

Das sogenannte „Fehlschlagen der Sporangien", das in einem Auskeimen des Sporangiums mit einem Keimschlauch vor erfolgter Sporenbildung besteht, sah ich, wie schon Wehmer[1]) angibt, nicht in Reis-, Kartoffel- und Gelatinekulturen, sondern nur in Agarkulturen.

2. Aussehen des Sporangienrasens auf den verschiedenen Nährböden.

Auf den Agarnährböden war der Rasen zart, flockig und sehr niedrig. Die Farbe war weiss bis weisslich grau, die auf Most- und Bierwürzagar in gelblich braun überging. Eine Farbstoffbildung am Mycel wurde nicht beobachtet.

Der Rasen auf den gewöhnlichen und 1—5 % sauren Gelatinen war weisslich grau. An seinem sonstigen Aussehen fand keine Veränderung statt. Am Mycel fand gelbe Farbstoffbildung statt.

Auf den Zuckergelatinen und den sauren Gelatinen mit Zuckerzusatz war die Farbe des Rasens gelblich grau. Auch hier fand am Mycel gelbe Farbstoffbildung statt.

[1]) Wehmer, im Centralblatt für Bakteriologie a. a. O. S. 359.

Auf der Kupfersulfatgelatine war die Farbe des Rasens, der sonst keine Veränderungen aufwies, weisslich grau. Auch fehlte die Farbstoffbildung am Mycel.

Der Rasen auf Reis erreichte eine Höhe von mehreren Millimetern. Die Farbe des zarten Rasens war weisslich grau. Eigenartig und diagnostisch verwertbar, da ich sie bei keiner andern der mir zu Gebote stehenden Arten fand, ist die schöne orangegelbe Farbe auf gedämpftem Reis, die die Art bei Zimmertemperatur, nicht im Brutschrank, annimmt. Es nehmen die Mycelien genannte Farbe an, so dass die Reiskörner, die an sich ungefärbt sind, in dem Masse, wie sie der Pilz umspinnt, gelb erscheinen. Es ist also schon daran das Wachstum dieser Art zu erkennen, wenn auch kein Rasen zu finden wäre.

Auf Kartoffeln war der Rasen sehr niedrig, flockig und von grauer Farbe. Eine Farbstoffbildung fand hier nicht statt.

3. Biologische Untersuchung.

Das Wachstum dieser Art auf den Agarnährböden war schlecht. Gelatinenährböden sagten der Art mehr zu; bei weitem die beste Entwicklung zeigte unser Pilz auf gedämpftem Reis. Kartoffeln, obgleich doch auch stärkehaltig, wurden nicht bevorzugt.

In flüssigen Nährsubstraten bestand das Wachstum in fester Deckenbildung mit submersem Mycel, wie auf der Bierwürze, als auch nur in der Bildung eines submersen Mycels, das in Rohrzuckerlösung gelb gefärbt war.

Bei einer Temperatur von 9° über dem Nullpunkt sah ich diese Art nicht mehr zur Entwickelung kommen. Bei 12° wurde ganz schwaches Wachstum bemerkt, das auch bei Zimmertemperatur äusserst träge war. Lebhafter wurde es bei 22° und bei weitem am besten bei 37°, einer Temperatur, die wohl als das Optimum anzusehen ist. Bei 40° wurde noch Wachstum, das bei 45° aufhörte, bemerkt.

Der Zusatz eines Metallgiftes ($CuSo_4$) wurde in Höhe von $^1/_4$ % vertragen, und besassen die Sporen dieser Kultur wieder volle Keimfähigkeit. Ein Zusatz von $^1/_2$ % $CuSo_4$ lies die Art nicht zur Entwicklung kommen.

Die Verflüssigung der gewöhnlichen und 1—5 % sauren Gelatinen begann nach 8 Tagen. Eine Verfärbung der verflüssigten Zone in braungelb war nach sechs Wochen eingetreten.

Die Verflüssigung der Zuckergelatinen begann nach 8 Tagen; es bildet der Pilz also trotz der Zufuhr leicht löslicher Kohlehydrate doch peptonisierende Fermente zur Lösung der Gelatine. Eine Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.

Die Verflüssigung der hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehalts prozentual verschiedenen Gelatinen setzte durchgängig nach 8 Tagen ein. Eine Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.

Im Gegensatz zu Wehmer[1]), der angiebt, dass eine Verfärbung der Gelatine bei Mucor Rouxii nicht stattfindet, habe ich eine gelbbraune Verfärbung bei den gewöhnlichen und sauren zuckerfreien Gelatinen beobachtet.

Da die Art gut auf Reis d. h. also einem stärkereichen Nährboden gedieh, so lag die Vermutung der Stärkeverzuckerung nahe. Der mir als Versuchsobjekt dienende Kleister aus Kartoffelstärke wurde der Einwirkung des Pilzes acht Tage bei 22° ausgesetzt. Der Kleister, der vorher neutral und ohne jede Wirkung auf Fehling war, reduzierte jetz Fehling'sche Lösung stark. Es ist also die Bildung von Zucker bewiesen. Eine Verflüssigung des Kleisters war nicht zu bemerken; dagegen war aber der Kleister hellgelb gefärbt.

In den von mir angewandten Zuckerlösungen sowie in Bierwürze, die auch einer achttägigen Einwirkung des Pilzes bei 22° unterzogen wurden, konnte die Anwesenheit von Alkohol nachgewiesen werden, wenn anders die positiv ausfallende Jodoformreaktion da massgebend ist. Durch

[1]) Wehmer, im Centralblatt für Bakteriologie a. a. O. S. 361.

Gasentbindung sichtbare Gärung fand nur in der Bierwürze statt. Eine Infektion der Nährlösungen durch Bakterien oder Hefen fand nicht statt, da die Lösungen wasserklar blieben.

Die Nährlösungen wurden mit Ausnahme der Rohrzuckerlösung gesäuert.

Da diese Art bei 37° eine äusserst günstige Entwicklung zeigte, so lag der Versuch nahe unsern Mucor einer Prüfung auf pathogene Eigenschaften zu unterziehen. Zu diesem Zwecke wurden unter Wahrung der Sterilität bei zwei Mäusen an der Schwanzwurzel Einschnitte gemacht, und in die Wunden mit steriler Platinöse Sporen und Myceltheile dieser Art eingebracht, worauf die Wunden mit Kollodium verschlossen wurden. Da sich nach vier Wochen keinerlei Krankheitserscheinungen zeigten, auch selbst eine Gewichtsveränderung der Tiere nicht nachzuweisen war, darf wohl angenommen werden, dass der Mucor Rouxii pathogene Eigenschaften nicht besitzt. Herrn Assistent Dr. Süssmann, der mir bei dem Tierversuch behilflich war, danke ich bestens. Natürlich wären Versuche mit Einbringung in Lunge, Blutbahn und Bauchhöhle auszuführen; dieselben muss ich aber ärztlicher Bearbeitung überlassen.

II. Mucor javanicus Wehmer.

Literatur.

1. Wehmer, „Der javanische Ragi und seine Pilze“ im Centralblatt für Bakteriologie Abteil. 2, Bd. VI. Daselbst Abbildung.
2. Wehmer, „Mucoraceengärungen“ in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV. Daselbst Abbildung.
3. Wehmer, „Chemische Wirkungen der Mucoreen“ in Lafar: Technische Mykologie Bd. IV.

Diese Art wurde im Jahre 1900 von Wehmer aus den Hefekuchen von Singapore, wie von Kagok-Tegal, dem ostasiatischen Reismehlkuchen (Ragi von Java), isoliert und näher beschrieben.

1. Morphologische Untersuchung.

Der Sporangienträger ist reich sympodial verzweigt, farblos und erreicht eine Höhe von 3 cm.

Die Sporangien sind kugelig und von orangegelber bis gelblich grauer Farbe. Nach der Spitze der Träger nehmen sie an Grösse ab. Die Sporangienwand ist durchscheinend, leicht zerfliesslich und hat meistens glatte Oberfläche. Feinstacheliche Sporangien bemerkte ich nur ausnahmsweise in Reiskulturen, und dieselben konnten auch nicht künstlich durch Züchtung auf oxalsäurehaltigem Nährboden erzielt werden. Ihre Grösse schwankt zwischen 7 und 48 μ im Durchmesser. Wehmer[1]) gibt eine Differenz von 18 zu 50 μ im Durchmesser an. In der Regel hinterbleibt ein Basalkragen.

Die farblose Kolumella ist nicht aufsitzend, glatt und in der Regel kugelig. Zuweilen kommen auch ovale Formen vor. Ihre Grösse schwankt nach Wehmer[1]) zwischen 10 und 35 μ im Durchmesser. Meine Messungen ergaben einen Durchmesser von 8 bis 30 μ.

Die Sporen sind an Gestalt und Grösse sehr verschieden; sie sind farblos und haben glatte Oberfläche. Die Gestalt ist kugelig bis ellipsoidisch. Ihre Grösse schwankt nach Wehmer[2]) von 5—6 μ im Durchmesser, bezw. von 5—7 μ zu 4—5 μ. Meine Messungen ergaben einen Durchmesser von 4—7,2 μ und eine Länge 5,3—7,5 μ bei einer Breite von 4—5,3 μ.

Zygosporen habe ich in meinen Kulturen nicht beobachtet, und ist die Bildung solcher Organe bisher unbekannt.

Die Bildung von Chlamydosporen, Kugelzellen und Kugelhefe konnte ich in meinen Kulturen in reichlicher Weise beobachten.

[1]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 485.

[2]) Wehmer, im Centralblatt für Bakteriologie a. a. O. S. 613.

2. Aussehen des Sporangienrasens auf den verschiedenen Nährböden.

Auf den Agarnährboden erreichte der weisslich graue Rasen mit Ausnahme auf Pflaumenagar, kaum eine Höhe von $^1/_2$ cm. Die Farbe des Rasens auf Most- und Bierwürzagar war gelblich grau. Farbstoffbildung am Mycel fand nicht statt.

Auf den neutralen und 1—5% sauren Gelatinen erreicht der weisslich graue Rasen eine Höhe von 2 cm. Am Mycel fand gelbe Farbstoffbildung statt.

Auf den Zuckergelatinen erreichte der dichte mausgraue Rasen eine Höhe von 2 cm. Am Mycel wurde ein hellgelber Farbstoff abgesondert.

Auf den hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehalts prozentual verschiedenen Gelatinen war der äusserst üppige, 2 cm hohe Rasen von weisslich grauer bis mausgrauer Farbe. Am Mycel wurde ein gelber Farbstoff abgesondert.

Auf der Kupfersulfatgelatine wies die Farbe des Rasens keine auffallende Verfärbung auf. Die Farbe des 1 cm hohen Rasens war weisslich grau. Farbstoffbildung am Mycel fehlte dagegen ganz.

Auf Reis bestand der Rasen in einem festen, watteartigen, dichten Polster von mausgrauer Farbe. Am Mycel fand gelbe Farbstoffbildung statt.

Auf Kartoffeln erreichte der weisslich graue, dichte Rasen eine Höhe von 2 cm. Farbstoffbildung am Mycel fehlte dagegen.

3. Biologische Untersuchung.

Auf den Agarnährböden war das Wachstum, mit Ausnahme des Pflaumenagars, ein recht mässiges.

Auf den Gelatinenährböden, die angewandt wurden, war das Wachstum der Art ein gutes zu nennen, da durchgängig üppige Rasen erzielt wurden.

Stärkereiche Nährböden, wie Reis und Kartoffeln, boten auch dieser Art bei weitem die besten Lebensbedingungen.

In flüssigen Nährböden äusserte sich das Wachstum in der Bildung eines submersen Mycels, das manchmal wie in Traubenzuckerlösung gelb gefärbt ist, und in fester Deckenbildung mit Kulturrasen, so in Bierwürze, Rohrzucker- und Traubenzuckerlösung. Vereinzelt wurde dieser Vorgang auch in Milchzuckerlösung beobachtet.

Bei einer Temperatur von 8° über dem Gefrierpunkt konnte ein Wachstum dieser Art nicht festgestellt werden. Bei einer Temperatur von 12° wurde spärliches Wachstum beobachtet, das bei Zimmertemperatur gut war und bei 22° und 37° beschleunigt wurde. Wehmer[1]) sah die Art auch bei 40° noch zur Entwicklung kommen; bei 45° konnte ich kein Wachstum mehr feststellen.

Der Zusatz eines Metallgiftes in Höhe von $^1/_4$ % $CuSO_4$ wurde vertragen, und hinderte die Art nicht am Wachstum. Die Sporen dieser Kultur besassen volle Keimfähigkeit. Ein Zusatz von $^1/_2$% $CuSO_4$ wurde nicht mehr vertragen und hinderte die Entwicklung des Pilzes.

Die Verflüssigung der gewöhnlichen und 1%—5% sauren Gelatinen begann nach acht Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb verfärbt. Diese Beobachtung deckt sich nicht mit der Angabe von Wehmer[2]), der eine stärkere Verfärbung nicht beobachtete.

Die Zuckergelatinen waren nach 6 Wochen noch fest; eine Erscheinung, die, wie bei Mucor Mucedo geschehen, wohl erklärt werden darf.

Die Verflüssigung der hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehaltes prozentual verschiedenen Gelatinen begann nach 14 Tagen. Es zeigt sich also hier wiederum, dass der Säuregehalt die Art trotz der Zufuhr leicht löslicher Kohlehydrate zur Bildung peptonisierender Fermente zur Lösung der Gelatine veranlasst. Eine Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht vorhanden.

„Das Verzuckerungsvermögen ist bislang nicht näher verfolgt, aus dem guten Gedeihen auf Reis und Stärke-

[1]) Wehmer, im Centralblatt für Bakteriologie a. a. O. S. 619.
[2]) Wehmer. im Centralblatt für Bakteriologie a. a. O. S. 616.

kleister ergiebt sich aber schon nach Wehmer die Fähigkeit der Stärkelösung.“ [1]) Diese Annahme von Wehmer trifft zu. Denn im Gegensatz zu seiner früheren Angabe,[2]) nach der es ihm nicht gelungen war durch Kartoffelstärkekleister, auf den die Art eingewirkt hatte, eine Reduktion Fehling'scher Lösung herbeizuführen, konnte ich durch Kleister von Kartoffelstärke, der der Einwirkung der Art acht Tage bei 22° ausgesetzt war und der vorher ein vollkommen indifferentes Verhalten gegen Fehling zeigte, eine starke Reduktion Fehling'scher Lösung nachweisen, wodurch die Anwesenheit von Zucker erwiesen ist. Eine Verflüssigung des Kleisters fand nicht statt; dagegen war der Kleister mit einem gelblich roten Farbstoff durchsetzt.

Diese Art ist ein sehr guter Alkoholbildner, und eignet ihm in hohem Masse die Fähigkeit Zuckerlösungen und Bierwürze zu vergären. Die Fähigkeit Rohr- und Milchzucker zu vergären, giebt ja schon Wehmer[3]) an. Ich konnte jedenfalls in allen angewandten Zuckerlösungen und in der Bierwürze die Anwesenheit von Alkohol feststellen, wenn anders da die positive Jodoformreaktion massgebend ist. Auch hier möchte ich bemerken, dass eine Infektion der Zuckerlösungen durch Hefen oder Bakterien ausgeschlossen war, da ja die Lösungen wasserklar waren. Durch Gasentbindung sichtbare Gärung fand in Bierwürze und Traubenzuckerlösung statt.

Die Zuckerlösungen und Bierwürze wurden gesäuert.

Da diese Art bei 37° ein sehr gutes Wachstum zeigte, wurde in eine Prüfung auf pathogene Eigenschaften eingetreten. Es wurde, wie bei Mucor Rouxii geschehen, verfahren. Die Prüfung führte zu einem negativen Ergebnis, da die Mäuse nach vier Wochen keinerlei Krankheitserscheinungen zeigten, und auch eine Gewichtsveränderung nicht festzustellen war.

---

[1]) Wehmer in Lafar, a. a. O. S. 486.

[2]) Wehmer, im Centralblatt für Bakteriologie a. a. O. S. 615.

[3]) Wehmer, im Centralblatt für Bakteriologie a. a. O. S. 619.

III. Mucor plumbeus Bonorden.

Literatur.

1. Zopf, in den „Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg.“ Bd. XXIII. Bericht vom 29. Okt. 1881.
2. I. Schroeter, „Kryptogamenflora von Schlesien.“ Bd. III.
3. Alfred Fischer, „die Pilze“ in Rabenhorst: „Kryptogamenflora“ Bd. I. Abteil. IV.
4. Wehmer, „Mucoraceengärungen“ in Lafar: „Technische Mykologie“ Bd. IV. daselbst Abbildung.
5. Wehmer, „Chemische Wirkungen der Mucoreen“ in Lafar: „Technische Mykologie.“ Bd. IV.

Diese Art wurde von Bonorden zuerst beschrieben, der sie nach der bleigrauen Farbe der Rasen, die für die Art geradezu kennzeichnend ist, so nannte. Van Tieghem nannte ihn später Mucor spinosus nach den Auswüchsen der Kolumella. Identisch ist mit ihm die von Zopf als Mucor aspergilloides beschriebene Art, wie Fischer[1]) angiebt.

1. Morphologische Untersuchung.

Der farblose Sporangienträger erreicht eine Höhe von 1 cm. Die Verzweigung, die in der Regel sympodial ist, kann auch monopodial sein. Manchmal fehlt sie auch ganz.

Die Sporangien sind kugelig, in der Jugend farblos, später schwarz und ziemlich gleichartig. Ihre Grösse beträgt nach Fischer[2]) und Wehmer[3]) bis zu 100 μ im Durchmesser, was sich mit meinen Messungen deckt. Die Wand ist zerfliesslich, reich mit feinen Nädelchen besetz und hinterlässt einen Basalkragen.

Die nicht aufsitzende Kolumella ist langestreckt oder birnförmig, zuweilen auch elliptisch; sie ist bräunlich gefärbt und am Scheitel mit einer oder mehreren Ausstülpungen

[1]) Fischer a. a. O. S. 204.
[2]) Fischer, a. a. O. S. 203.
[3]) Wehmer, in Lafar a. a. O. S. 487—488.

von sehr unregelmässiger Gestalt versehen. Ihre Höhe beträgt nach Fischer[1]) 22—85 μ bei einer Breite von 8—65 μ. Wehmer[2]) giebt eine Höhe bis zu 90 μ an. Meine Messungen ergaben eine Höhe von 18—91,3 μ.

Die Sporen sind kugelig und ziemlich gleichartig; sie sind bräunlich gefärbt und haben nach Fischer[1]) glatte Oberfläche. Wehmer[2]) fand in eigenem Material, dass die Oberfläche der Sporen „durch feine Körnchen oder Nädelchen rau" war. Diese Erscheinung konnte ich in dem mir zur Verfügung gestellten Material auch bemerken. Ihre Grösse beträgt nach Fischer[1]) 5—8 μ auch 9 μ im Durchmesser; nach Wehmer[2]) schwankt ihre Grösse zwischen 4,8—7,2 μ im Durchmesser. Ich ermittelte einen Durchmesser von 5—6,9 μ.

Die Zygosporenbildung dieser Art ist bekannt. Ich konnte in meinen Kulturen eine solche leider nicht bemerken.

Die Bildung von Chlamydosporen und Kugelzellen fand reichlich statt, während Kugelhefe nur spärlich gebildet wurde.

2. Aussehen des Sporangienrasens auf den verschiedenen Nährböden.

Auf den Agarnährböden erreichte diese Art eine Höhe von $^1/_2$ cm. Der Rasen war spärlich gewachsen, durchgängig bleigrau gefärbt und fehlt auf Most- und Bierwürzagar der gelbliche Farbenton. Eine Farbstoffbildung am Mycel wurde nicht beobachtet.

Der Rasen auf den gewöhnlichen und 1 %—5 % sauren Gelatinen erreichte eine Höhe von 1 cm und zeigte bleigraue Färbung. Am Mycel fand keine Farbstoffbildung statt.

Der Rasen auf den Zuckergelatinen erreichte eine Höhe von 1 cm; zeigte bleigraue Farbe, und es war am Mycel keine Farbstoffbildung zu bemerken.

Auf den hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehalts prozentual verschiedenen Gelatinen wies der Rasen eine

[1]) Fischer, a. a. O. S. 203.

[2]) Wehmer, in Lafar a. a. O. S. 487—488.

Farbänderung nicht auf. Die Höhe betrug auch 1 cm, und fand eine Farbstoffbildung am Mycel nicht statt.

Auf der Kupfersulfatgelatine war irgend eine Veränderung hinsichtlich Farbe und Höhe des Rasens nicht zu bemerken; auch fehlte die Farbstoffbildung am Mycel.

Auf Reis nahm der bleigraue Rasen eine fast schwärzliche Farbe an. Er erreichte eine Höhe von $1^1/_2$ cm; zeigte aber am Mycel keine Farbstoffbildung.

Auf Kartoffeln wies der Rasen dieselbe Höhe und Farbe wie auf Reis auf; auch hier fand keine Farbstoffbildung am Mycel statt.

3. Biologische Untersuchung.

Das Wachstum auf den Agarnährböden war ein mässiges, und sagen diese Nährböden, wenn man vom Pflaumenagar absieht, der Art nicht zu.

Bedeutend besser war das Wachstum auf den Gelatinenährböden, die der Art mehr zusagten, und auf denen gutes Wachstum zu bemerken war.

Stärkerreiche Nährböden, wie Reis und Kartoffeln, boten dieser Art die besten Lebensbedingungen, was sich durch üppiges Wachstum zeigte.

In flüssigen Nährsubstraten äusserte sich das Wachstum sowohl in der Bildung eines submersen Mycels, als auch einer festen Decke mit spärlichem Kulturrasen.

Bei einer Temperatur von 9° über dem Nullpunkt sah ich diese Art nicht mehr zur Entwickelung kommen; bei 12° fand schwaches Wachstum statt, das bei Zimmertemperatur und bei 22° gut war. Brutschranktemperatur von 37° wurde von der Art nicht vertragen. Das Optimum dürfte als zwischen 16° — 20° liegend angenommen werden.

Der Zusatz eines Metallgiftes ($CuSo_4$) in Höhe von $^1/_4$ % wurde vertragen und hinderte die Art nicht an der Entwickelung; auch hatten die Sporen dieser Kultur volle Keimfähigkeit. Ein Zusatz von $^1/_2$ % $CuSO_4$ liess die Art nicht zur Entwickelung kommen.

Die Verflüssigung der gewöhnlichen und 1%—5% sauren Gelatinen begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen hatte sich die verflüssigte Zone braungelb verfärbt.

Die Verflüssigung der Zuckergelatinen begann nach 14 Tagen ohne Verfärbung der verflüssigten Zone auch nach 6 Wochen. Es bildet diese Art also trotz der Zufuhr leicht löslicher Kohlehydrate doch peptonisierende Fermente zur Lösung der Gelatine.

Die Verflüssigung der hinsichtlich ihres Säure- und Zuckergehalts prozentual verschiedenen Gelatinen begann nach 8 Tagen bezw. 14 Tagen bei erhöhtem Zuckerzusatz. Eine Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten. Es macht sich also hier wieder die anregende Wirkung des Säurezusatzes auf die Bildung eiweisslösender Fermente geltend, die zwar durch erhöhte Zufuhr von Kohlehydraten gehemmt, aber nicht aufgehoben wird.

Die Vermutung, dass diese Art Stärke in Zucker überzuführen vermag, wurde durch einen Versuch bestätigt. Der mir als Objekt dienende Kleister aus Kartoffelstärke, der vorher neutral und keine Wirkung gegen Fehling zeigte, wurde einer achttägigen Einwirkung bei 22° durch diese Art unterworfen. Nach dieser Zeit reduzierte er Fehling'sche Lösung, womit die Anwesenheit von Zucker erwiesen ist. Eine Verflüssigung oder Verfärbung des Kleisters war nicht eingetreten.

Wie schon Wehmer[1]) angiebt erregt das Mycel dieser Art schwache alkoholische Gärung. In den von mir angewandten Zuckerlösungen — Rohrzucker-, Milchzucker- und Traubenzuckerlösung wie auch Bierwürze — wurde nach achttägiger Einwirkung bei 22° durch diese Art Alkohol gebildet, wenn anders die positive Jodoformreaktion da massgebend ist. Eine Infektion durch Hefen oder Bakterien war ausgeschlossen, da die Lösungen wasserklar blieben. Durch Gasentbindung sichtbare Gärung fand in Traubenzuckerlösung und Bierwürze statt.

[1]) Wehmer, in Lafar, a. a. O. S. 468 ff.

Eine Säuerung wurde in Traubenzuckerlösung und Bierwürze festgestellt.

Da diese Art bei einer Temperatur von 37° nicht mehr zur Entwickelung kam, erübrigte sich eine Prüfung auf pathogene Eigenschaften.

Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse vorliegender Arbeit.

1. Meine Messungen und Beobachtungen über die morphologischen und biologischen Eigenschaften der Mucor-Arten weichen nur in geringen Einzelheiten von den Angaben der Literatur ab.

2. Zygosporenbildung konnte ich nur bei M. heterogamus beobachten.

3. Chlamydosporen und Kugelzellen fehlen nur bei M. Mucedo; bei allen andern sind sie vorhanden.

4. Neutrale Gelatine ohne Zucker, wie saure Gelatine ohne Zucker wird von allen Arten verflüssigt; Saure Gelatine ohne Zucker wird stärker verflüssigt; also begünstigt die Säure die Fermentbildung auf Gelatine.

Zucker in neutraler Gelatine übt eine hemmende Wirkung auf die Verflüssigung aus; nur M. racemsus, M. Rouxii und M. plumbeus verflüssigt auch neutrale Zuckergelatine.

Wird Zucker und Säure in Gelatine gebracht, so überwiegt die, die Verflüssigung vermehrende, Wirkung der Säure die hemmende Wirkung des Zuckers. Es ist wohl die nächstliegende Annahme, dass Zucker die Fermentbildung stört; Säure dagegen die Fermentbildung begünstigt. Versuche hierüber, die noch geplant waren, mussten leider unterbleiben. Das Nähere ergiebt die umstehende Tabelle.

5. (Im Text der Arbeit noch nicht berücksichtigt.) Methodische Versuche über die Lebensdauer der Mucor-Sporen habe ich nicht angestellt. Ich kann aber sagen, dass die ältesten Kulturen, von denen ich Sporen zur Weiterimpfung entnahm — es waren manchmal welche von 5 Monaten

darunter — mir stets gut wachsende Kulturen lieferten. Dabei kann ich versichern nur Sporen überimpft zu haben. Diese Befunde sind nicht ohne Interesse, da Stoll die Kurzlebigkeit der Penicillium-Sporen im hygienischen Institut zu Würzburg feststellte.

Zum Schlusse möchte ich nicht verfehlen meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann, unter dessen Leitung vorstehende Arbeit abgefasst wurde, für die vielfachen Anregungen und stete Hilfsbereitschaft meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Die Arbeit sollte noch nach verschiedenen Richtungen weiter gefördert und namentlich vertieft werden. Meine Einberufung zu den Waffen machte dies unmöglich. Herrn Geheimrat Prof. Dr. Gregor Kraus, unter dessen Führung ich meine botanischen Studien in Würzburg machen durfte, bin ich für die Übernahme des Referates zu lebhaftem Danke verpflichtet; insbesondere auch für seine gütige Berücksichtigung der Unmöglichkeit die Arbeit im Kriege noch weiter zu fördern.

Literatur-Verzeichnis.

Abhandlungen, der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Bd. V. Frankfurt a. M. 1864—1865.

Annales, Mykologici. Bd. I. 1903.

— de l'Institut Pasteur. Bd. I. VI. Paris 1887 und 1892.

de Bary, „Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten." Leipzig 1866.

— „Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze." Leipzig 1884.

Brefeld, „Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze." Bd. I. Leipzig 1872.

— „Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie." Bd. VIII. Leipzig 1889.

Bulletin, de la Société botanique de France. Bd. XXXIII. 1886.

— de la Société des Sciences de Nancy. Bd. VIII. 1886.

Centralblatt für Bakteriologie, Abteil. II. Bd. VI. 1900.

— für Bakteriologie, Abteil. II. Bd. XIV. 1905.

Engler und Prantl, „Die natürlichen Pflanzenfamilien." Teil I. Abteil. I. Leipzig 1897.

Fresenius, „Beiträge zur Mykologie." Heft I. Frankfurt a. M. 1850.

Hollemann, „Lehrbuch der organischen Chemie." 9. Aufl. Leipzig 1911.

Klebs, „Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen." Jena 1896.

Lafar, „Handbuch der technischen Mykologie." Bd. IV. Jena 1905—1907.

Lehmann-Neumann, „Bakteriologie." 5. Aufl. München 1910.

Linné, „Species plantarum." Bd. II. Holmiae 1762. Bd. II.

Malpighi, „De plantis, quae in aliis vegetant." Opera omnia. Londini 1685.

Micheli, „Nora plantarum genera." Florentiae 1729.

Proceedings, of the American Academy of Arts and Sciences. Bd. XL. 1904. Nr. 4.

Rabenhorst, „Kryptogamenflora." Bd. I. Abteil. IV. Leipzig 1892.

Richter, „Die Bedeutung der Reinkultur." Berlin 1907.

Saecardo, „Sylloge fungorum." Bd. VII., IX., XI., XIV., XVI., XVII.

Schäffer, „Beiträge zur Kenntnis der von einigen Schimmelpilzen hervorgebrachten Enzyme." Inaugural-Dissertation. Erlangen 1901.

Schroeter, „Die Pilze Schlesiens“ (Kryptogamenflora von Schlesien.) Bd. III. 1. Hälfte. Breslau 1889.

Stoll, „Beiträge zur morphologischen und biologischen Charakteristik von Penicilliumarten.“ Inaugural-Dissertation. Würzburg 1905.

Strassburger, „Lehrbuch der Botanik für Hochschulen.“ 10. Auflage. Jena 1910.

Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Bd. XXIII. 1881.

Wehmer, „Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze.“ Bd. II. Jena 1895.

Zimmermann, „Das Genus Mucor.“ Inaugural-Dissertation. Jena 1871.

Zopf, „Die Pilze.“ Breslau 1890.

Verflüssigungstabelle der Mucor-Arten
bei 22° C.

Sectio

Mucor-Arten	Gewöhnliche neutrale Nährgelatine	1%—5% saure Gelatine	5% Zuckergelatin
Mucor Mucedo (Linné) Brefeld.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung wa nach 6 Wochen nic eingetreten.
Mucor piriformis A. Fischer.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung wa nach 6 Wochen nic eingetreten.
Mucor hiemalis Wehmer.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung wa nach 6 Wochen nic eingetreten.

Sectio R

Mucor racemosus Fresenius.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 6 Woche Verfärbung der ver flüssigten Zone wa nicht eingetreten.
Mucor heterogamus Vouillemin.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung war nach 6 Wochen nich eingetreten.

Sectio C

Mucor Rouxii (Calmette) Wehmer	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen Nach 6 Wochen wa eine Verfärbung de verflüssigten Zon nicht eingetreten.
Mucor javanicus Wehmer.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung war nach 6 Wochen nich eingetreten.
Mucor plumbeus Bonorden.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Nach 6 Wochen war die verflüssigte Zone braungelb gefärbt.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen Verfärbung der ver flüssigten Zone wa nach 6 Wochen nich eingetreten.

omucor.

saure Gelatine 10% Zucker	1% saure Gelatine mit 30% Zucker	5% saure Gelatine mit 10% Zucker	5% saure Gelatine mit 30% Zucker
lüssigung be- nach 14 Tagen. rbung der ver- gten Zone war 6 Wochen nicht ingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.
lüssigung war 6 Wochen nicht ingetreten.	Verflüssigung war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.
lüssigung be- nach 14 Tagen. rbung der ver- gten Zone war 6 Wochen nicht ingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.

nomucor.

lüssigung be- nach 8 Tagen. rbung der ver- gten Zone war 6 Wochen nicht ingetreten.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.
üssigung war 6 Wochen nicht ingetreten.	Verflüssigung war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 6 Wochen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nicht eingetreten.	Verflüssigung war nach 6 Wochen nicht eingetreten.

omucor.

üssigung be- nach 8 Tagen. rbung der ver- gten Zone war 6 Wochen nicht ngetreten.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.
üssigung be- nach 14 Tagen. rbung der ver- gten Zone war 6 Wochen nicht ngetreten.	Verflüssigung begann nach14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.
üssigung be- nach 8 Tagen. rbung der ver- gten Zone war Wochen nicht ngetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 8 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.	Verflüssigung begann nach 14 Tagen. Verfärbung der verflüssigten Zone war nach 6 Wochen nicht eingetreten.

Lebenslauf.

Am 29. Januar 1880 wurde ich, Werner Ludwig Leonhard Giesebrecht, als Sohn des verstorbenen Geh. Regierungsrates Bürgermeisters Felix Giesebrecht und dessen Ehefrau Elisabeth geb. Freude, evangelischer Konfession, zu Stettin geboren. Ich besuchte zuerst das König Wilhelm-Gymnasium, darauf das Stadt-Gymnasium meiner Vaterstadt, das ich zu Weihnachten 1898 verliess, um mich privatim auf die Reifeprüfung vorbereiten zu lassen. Durch Verfügung des Königl. Provinzial-Schulkollegiums wurde ich zwecks Ablegung derselben dem Königl. und Gröning'schen Gymnasium zu Stargard in Pommern überwiesen. An genannter Anstalt bestand ich die Reifeprüfung am 5. September 1899. Vom 1. Oktober 1899 bis 1. Oktober 1900 genügte ich meiner Dienstpflicht beim 5. Jäger-Bataillon in Hirschberg i. Schles. Vom W.-S. 1900 bis W.-S. 1906/07 besuchte ich nacheinander die Universitäten Greifswald, Bonn, Greifswald, Halle, Greifswald, um Jura zu studieren. Nachdem ich im März 1907 die erste juristische Prüfung abermals nicht bestanden hatte, fasste ich den Entschluss Apotheker zu werden. Zu diesem Zweck trat ich am 1. Mai 1907 in die von Herrn Apotheker Braun in Nordenburg i. Ostpr. geleitete Apotheke als Eleve ein und blieb hier die vorgeschriebene Lehrzeit. Im März 1909 bestand ich das pharmazeutische Vorexamen zu Königsberg i. Ostpr. und war vom 1. April 1909 bis 1. April 1910 in der Apotheke des Herrn Dr. Luckenbach in Stettin beschäftigt. Im S.-S. 1910 bezog ich die Universität Würzburg und hörte bis zum S.-S. 1914 die in den Abgangszeug-

nissen bezeichneten Vorlessungen und Übungen folgender Herren Professoren: Beckenkamp, Buchner, Kraus, Lehmann, Manchot, Medicus, Tafel, Wien.

Am 3. Juni 1912 bestand ich hierselbt die pharmazeutische Staatsprüfung, war darauf als Hilfsassistent am botanischen Institut bei Herrn Geheimrat Kraus und später als Praktikant im hygienischen Institut hierselbst tätig. In dem zuletzt genannten Institut ist die vorgelegte Abhandlung unter Anleitung von Herrn Prof. Lehmann angefertigt worden.

Die mündliche Prüfung fand am 20. Febr. 1915 statt.